

\*2004

godišnje izvješće

Nuklearna elektrana Krško



---

godišnje izvješće 2004

Nuklearna elektrana Krško





štovani

I u 2004. godini smo u NEK svoje poslanstvo ujednačeno provodili na tri temeljna područja:

- postizanje sigurnog i stabilnog rada u skladu s suvremenim standardima, polazeći od kritične prosudbe postignutog stanja,
- osiguravanje konkurentne proizvodnje električne energije članovima društva na temelju Međudržavnog i Društvenog ugovora,
- postizanje prihvaćenosti u javnosti na temelju transparentnog i poštenog djelovanja te pozitivnog odnosa prema čimbenicima iz okoliša.

#### Sigurnost i stabilnost rada

S vidika sigurnosti i stabilnosti je elektrana premašila zacrtane ciljne vrijednosti izražene standardnim pokazateljima pogonske učinkovitosti. Realizirana proizvodnja električne energije prešla je 5,2 TWh uz raspoloživost elektrane 92 % i sa samo jednom automatskom zaustavom. Izuzetni rezultati postignuti su i na područjima radiološke zaštite (ukupna kolektivna doza 0,66 čovjek-Sv), tretiranju radiološkog otpada (količina nisko i srednje radioaktivnog otpada 36 m<sup>3</sup>), zaštite na radu, pripravnosti sigurnosnih sustava, integratete nuklearnog goriva i parametara okoliša. Postignuti rezultati neosporno se temelje na visokom stupnju sigurnosne kulture koja je promovirana od strane širega vodstva i prisutna je u cijeloj organizaciji te podizvodačkom okolišu. Spoznaja o važnosti nuklearne sigurnosti, visokih pogonskih standarda, postizanju i produbljivanju znanja i konzervativnog odlučivanja definira način našega zajedničkog djelovanja. U promatranom razdoblju je bila prisutna velika odlučnost ključnih sudionika organizacije za dosljednu realizaciju zacrtanih ciljeva.

Uz ostvarenu pogonsku učinkovitost odvijala se i kritična prosudba pojedinih procesa, prepoznata su područja za daljnji napredak. To su zasigurno područja organizacije rada i upravljanje ljudskim resursima s naglaskom na oblikovanju najprikladnijeg uzorka ponašanja zaposlenih.

#### Konkurentnost proizvodnje

Konkurentnost proizvedene električne energije ocjenjuje se na razini članova Društva, a oblikuje se na ravni NEK preko zajedničkih pogonskih troškova. Zbog visokog udjela fiksnih troškova u vlastitoj cijeni kWh (~ 80 %) ključni čimbenik, koji utječe na cijenu kWh, je količina proizvedene električne energije. Ona je primarno ovisna od učestalosti i dužine remonta (u 2004. godini ~ 28 dana) te trajanju automatskih zaustava (u 2004. godini ~ 0,1 %). U 2004. godini je na tom području proveden bitan korak - prijelaz na 18-mjesečni gorivni ciklus. Stalna usmjerenošć ka snižavanju troškova dodatno je pridonijela konkurentnosti proizvodnje iz NEK. Troškovi usluga i potrošnje materijala realizirani su niži od planiranih. Ukupni poslovni rezultat je bio pozitivan, planirani troškovi su bili niži za 1,243 milijuna SIT.



#### Prihvaćenost u javnosti

Postizanje prihvaćenosti u javnosti ostaje jednako značajan prioritet unutar naših odgovornosti. Oblikuje se kroz brojne vidike našeg djelovanja: pogonska stabilnost, kadrovska stabilnost i prepoznatljivost, unutarnje zadovoljstvo zaposlenih, etičnost i transparentnost rada, lokalizacija industrijske potpore, dosljednost u pravnim ograničenjima, Pogonska stabilnost bila je u 2004. godini na zavidnoj razini bez odstupanja od pravnih ograničenja. Na području unutarnjih odnosa potpisana je Poduzetnički kolektivni ugovor NEK, d.o.o., s kojim su postignute pozitivne promjene na području motivacije zaposlenih. Sačuvan je kontinuitet ključnih kadrova i

partnerski odnosi sa izvođačima usluga. Neovisni nadzor okoliša ponovo je dokazao minimalni utjecaj na okoliš zbog rada NEK. I na kraju, 2004. godinu karakterizira odgovorno i učinkovito djelovanje organa upravljanja Društva NEK d.o.o. sukladno Međudržavnom odnosno Društvenom ugovoru.

Hrvoje Perharić

Stane Rožman

Zadnjih godina je jako izrazit utjecaj tržnog gospodarstva na području opskrbe električnom energijom koji je utjecao na smanjene tržne cijene električne energije. U nuklearnim elektranama se to odražava u potrebi za većom ekonomskom efikasnošću uz očuvanje nuklearne sigurnosti i prihvatljivosti u javnosti. Izvor i povezanost sva tri cilja je u osnovi zajednički, a to je siguran, stabilan i pouzdan rad. Stabilan rad elektrane znači da ima kvalitetno osposobljeno osoblje za pogonski nadzor, održavanje i tehničku potporu te kvalitetnu i pouzdanu opremu koja se osigurava održavanjem i zamjenama.

Korak k tržnom gospodarstvu je duži gorivni ciklus uz kraće trajanje remonta te povećanje snage i iskoristivosti. Daljnje korake je smisleno uvoditi kada su na raspolaganju tehničke mogućnosti opreme i goriva i kada je u praksi dokazana velika pouzdanost opreme i pogon bez neplaniranih zaustava. Tehničke mogućnosti su postale stvarnost zamjenom ključne opreme i izradom sigurnosnih analiza u sklopu modernizacijskog paketa "Analize zamjene parogeneratora i povećanja snage" te zamjenom materijala košuljica nuklearnog goriva. Pogonski pokazatelji su potvrđili kvalitetno izvedenu zamjenu parogeneratora i dobro stanje opreme. Postignuta razina nuklearne sigurnosti, stanje opreme i pogonski rezultati su doveli do prijelaza na 18-mjesečni ciklus i s tim do poboljšanja ekonomike NEK.

Ukoliko želimo osigurati primjerne finansijske izvore dugoročnog i kvalitetnog održavanja elektrane potrebno je iskoristiti sve tehnološke mogućnosti, koje se koriste i provjerene su pri sličnim objektima u svijetu.

Za cjelovitu procjenu prijelaza na 18 mjesечni ciklus izведен je detaljan pregled međusobno ovisnih

**Nuklearno gorivo**  
Prijelaz na 18-mjesečni ciklus je s vidika nuklearnog goriva manje ekonomičan u usporedbi s 12 mjesecnim ciklусom. Opterećenja goriva su veća i svjesni smo zahtjevanosti projektiranja 18 mjesecnog ciklusa. Na temelju rezultata analiza rizika za svaki pojedini ciklus biti će pripravljen plan ili korektivni program za ublaživanje mogućih pogonskih problema.

**Sigurnost i sigurnosne analize**  
Duži gorivni ciklus utječe prije svega na pogonske i sigurnosne parametre jezgre. Glavne promjene pri gospodarenju gorivom su: veća reaktivnost na početku ciklusa (veći broj svježih gorivnih elemenata s većim obogaćenjem) i veće vrijednosti odgora na koncu ciklusa. U slučaju da se prilikom projekta jezgre određenog ciklusa bilo koji od ulaznih parametara postojećih sigurnosnih analiza promjeni, potrebno je izvesti dodatne analize.

**Pouzdanost opreme**  
Prijelaz s 12 mjesecnog ciklusa na 18 mjesecni ciklus zahtijeva promjene održavanja opreme, zamjene i nadgradnje. S vidika održavanja i stanja opreme je prijelaz na 18 mjesecni ciklus smislen kada se s stabilnim radom, bez prekida zbog kvarova na opremi, u praksi dokaže dobro stanje ključne opreme i kvaliteta postojećih programa (programi održavanja, pogonskog nadzora, programi zamjena, modifikacija i nadgradnje opreme). Ako želimo zadržati predviđenu dužinu trajanja remonta 25 dana i pri 18 mjesecnom ciklusu, potrebno je izvesti više održavanja na opremi tokom rada elektrane. U NEK se već neko vrijeme aktivno izvodi program održavanja elektrane na snazi (Online maintenance program - OLM).

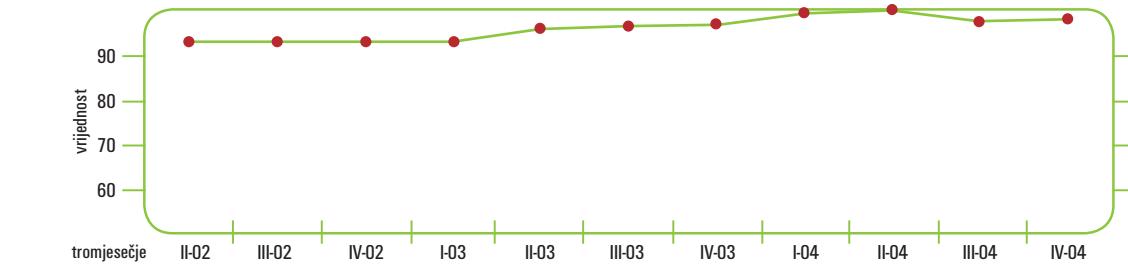
**Stabilnost rada**  
U vremenu od 1997. do 2003. godine je rad elektrane bio stabilan. Desile su se četiri automatske zaustave, što se da vidjeti iz pogonskog pokazatelja "Broj automatskih zaustava reaktora". Iz navedenog je slijedio zaključak da i pri prelasku na 18 mjesecni ciklus možemo očekivati pouzdan i siguran rad elektrane bez neplaniranih zaustava zbog otkaza ključne opreme.

Zahvaljujući dosta konzervativnom izračunu doza okolnog stanovništva zbog tekućih i plinskih ispusta za 12 mjesecni ciklus vrijednosti su ostale nepromijenjene za uvjete veće snage

i 18 mjesecni ciklus.  
Duži radni ciklus vodi u smanjene broja remonata, samo trajanje remonta se neće značajno promijeniti. Opravdano se očekuje da će to dovesti i do smanjenja prosječnih kolektivnih doza zračenja.

**Ekonomski učinci**  
Prijelaz na 18 mjesecni ciklus u vremenu od 2002 do 2023 bi doveo do proizvodnje dodatnih 5,43 TWh električne energije. Ukupni ekonomski učinci u predviđenom vremenu rada su pozitivni ne glede na izabranu varijantu održavanja.

**Zaključak**  
Pregled i analiza različitih faktora je pokazala da je prijelaz na 18 mjesecni ciklus smislen. Potrebno je pri tom izvoditi sve potrebne akcije da ne dođe do smanjenja postignute razine nuklearne sigurnosti i osigurati uvjete za dalju nadgradnju sigurnosti. Za ukupno predviđeno vrijeme rada se očekuju veliki ekonomski učinci.



ukupni pokazatelj radne učinkovitosti \*

**Nuklearna elektrana Krško**  
**(u daljnjem tekstu NEK)** jedina je nuklearna elektrana u Sloveniji, izgrađena približno sto kilometara jugoistočno od Ljubljane i šezdeset kilometara sjeverozapadno od Zagreba.

Opremljena je Westinghousovim tlakovodnim reaktorom toplinske snage 2000 MW, a električna snaga na pragu je 670 MW. Elektrana je priključena na 400-kV mrežu za napajanje potrošača u Sloveniji i Hrvatskoj. Godišnje proizvede približno pet milijardi kWh električne energije.

#### Raspoloživost i sigurnost

Svojim sigurnim i pouzdanim radom NEK je od početka komercijalnog rada 1. siječnja 1983. do 31. prosinca 2004. poslala u elektroenergetsku mrežu ukupno 97,39 TWh električne energije.

Za lakšu usporedbu s ostalim elektranama, uveden je ukupni pokazatelj radne učinkovitosti koji obuhvaća više pojedinačnih pokazatelja, od kojih svaki ima određeni doprinos i računa se tromjesečno. NEK konstantno postiže visoke vrijednosti s pozitivnim trendom tijekom zadnjih pet godina rada.

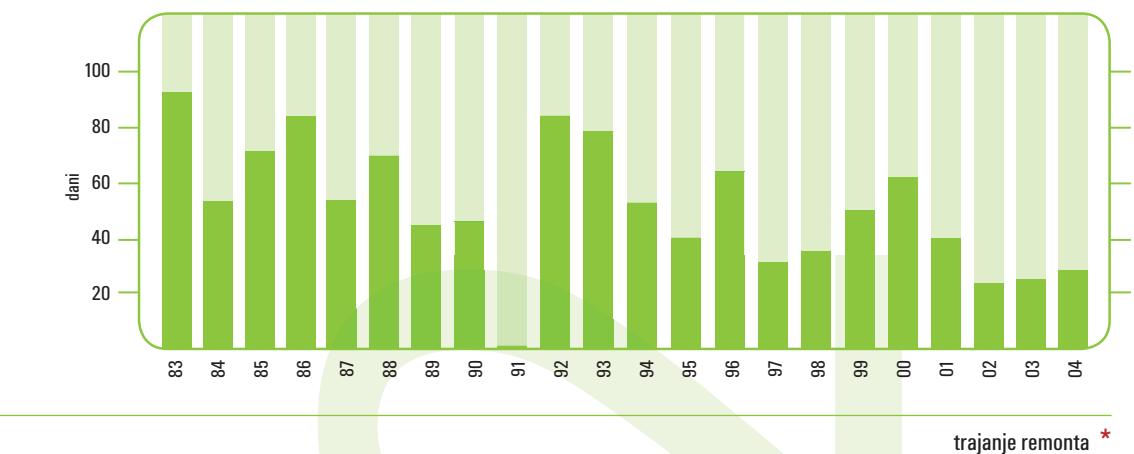
Nastojanja za optimizacijom radnih procesa, koji nam omogućavaju niže doze djelatnika te veću konkurentnost na tržištu zbog niže cijene proizvedene električne

energije, najbolje pokazuju stalni trend smanjenja trajanja remonta.

Neki remonti su u zadnjem desetljeću bili nešto duži zbog većih tehnoloških poboljšanja u svrhu omogućavanja dugoročne pouzdanosti, sigurnosti, te ekonomičnosti pogona.



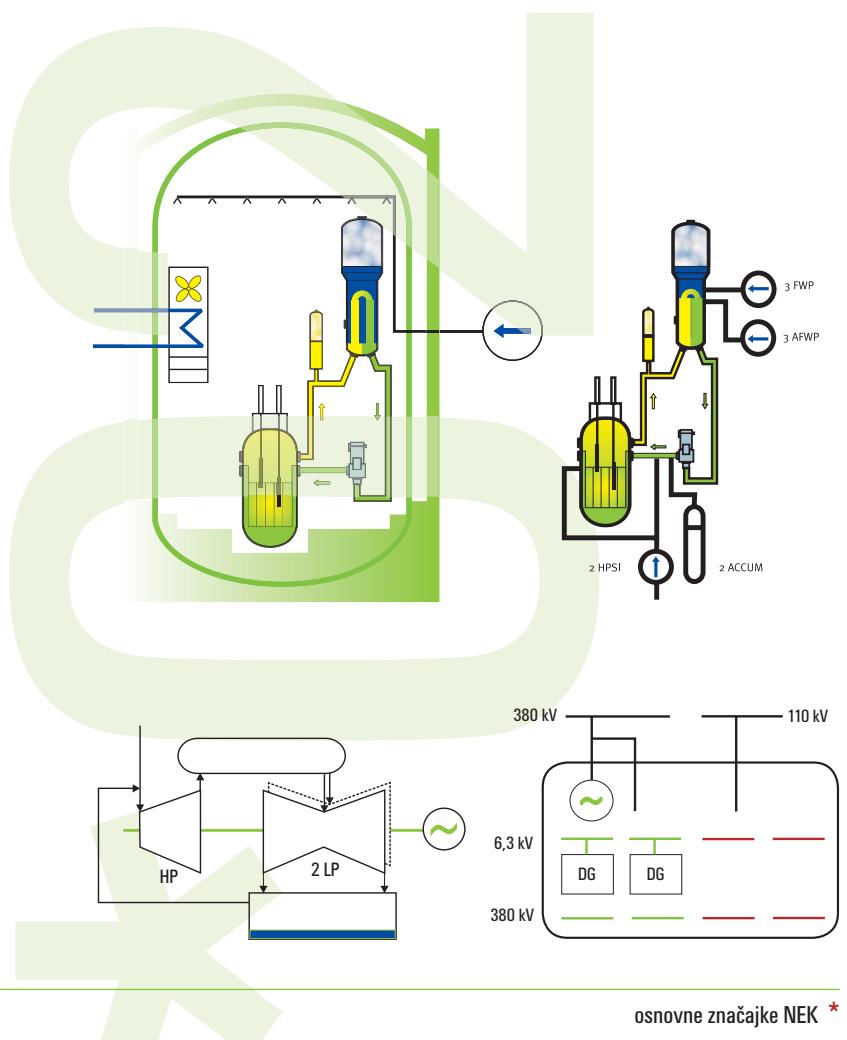
11



2004. godina je bila uspješna za NEK.

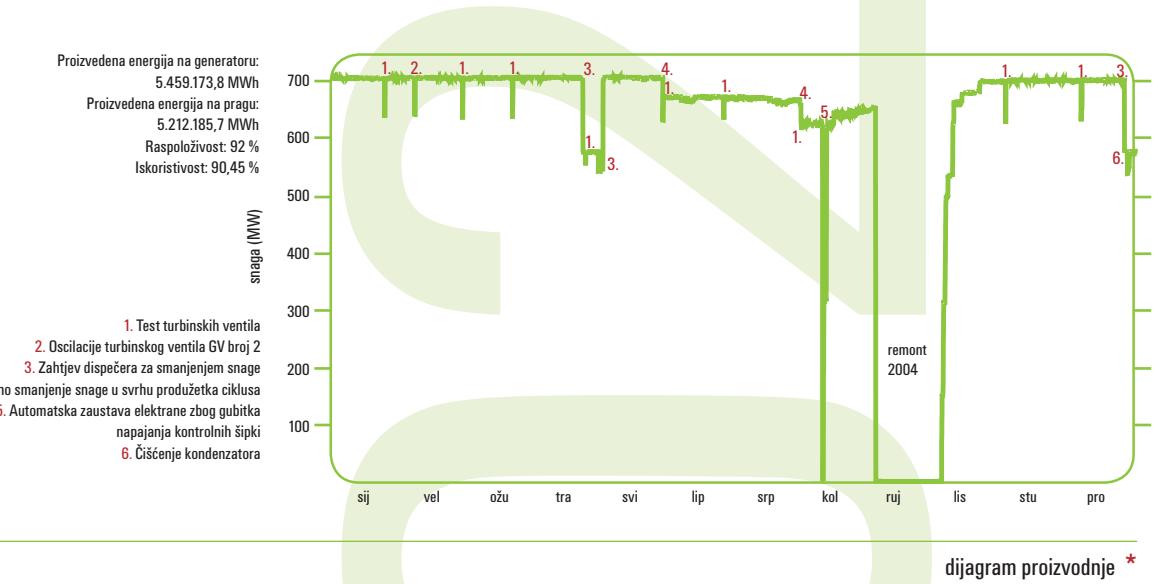
Od ukupno proizvedene energije u prošloj godini, 5,211 TWh, Hrvatskoj je isporučeno 2,606 TWh električne energije što predstavlja 50 % cijelokupne proizvodnje električne energije NEK, odnosno 17 % cijelokupno proizvedene električne energije u Hrvatskoj. Godišnja proizvodnja je bila za 0,72 % veća od planirane

proizvodnje (5,175 TWh). Opskrba električne energije je bila nesmetana za hrvatsku i slovensku stranu.



Proizvedena energija na generatoru:  
5.459.173,8 MWh  
Proizvedena energija na pragu:  
5.212.185,7 MWh  
Raspoloživost: 92 %  
Iskoristivost: 90,45 %

1. Test turbinskih ventila  
2. Oscilacije turbinskog ventila GV broj 2  
3. Zahtjev dispečera za smanjenjem snage  
4. Kontrolirano smanjenje snage u svrhu prožetka ciklusa  
5. Automatska zaustava elektrane zbog gubitka napajanja kontrolnih šipki  
6. Čišćenje kondenzatora



#### Pogonski dogadaji

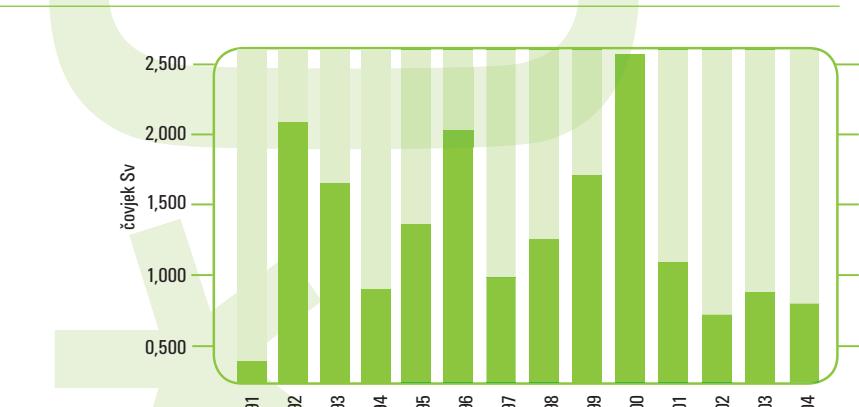
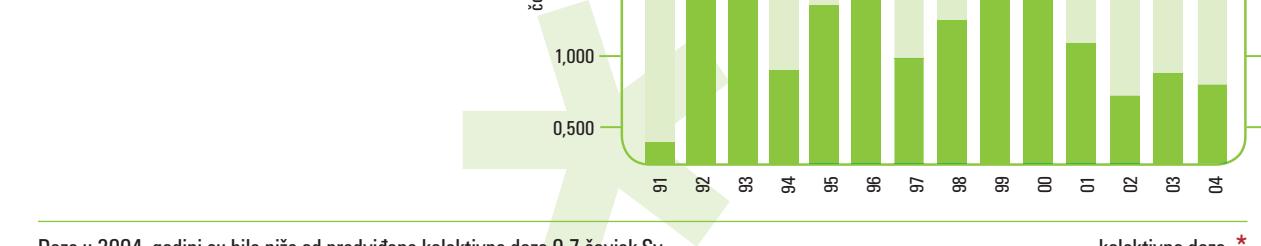
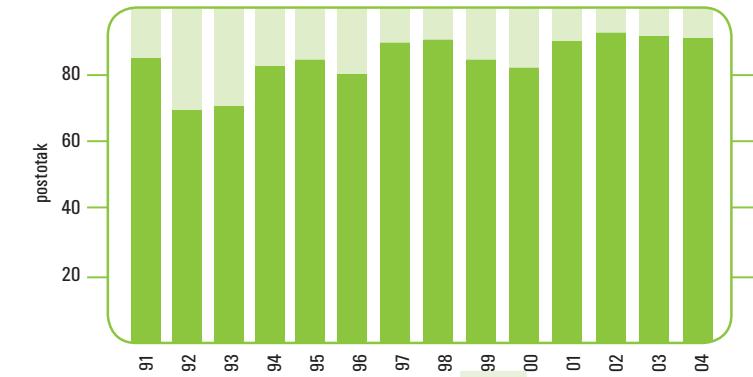
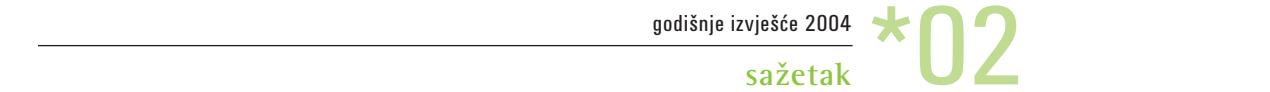
U 2004. godini elektrana se je samo jednom automatski zaustavila i to zbog gubitka napajanja sustava regulacijskih šipki. U 2004. godini smo nekoliko puta smanjili snagu. U travnju i prosincu je elektrana neko vrijeme radilo na 80 % snage

na zahtjev dispečera, u svibnju i kolovozu na 95 % zbog produženja gorivnog ciklusa. Mjesečno se je snaga smanjivala zbog testova turbinskih ventila te jednom zbog oscilacija na regulacijskim turbinskim ventilima.

#### Dogadjaji, značajni za sigurnost

U 2004. godini je jedanput došlo do automatske zaustave elektrane.

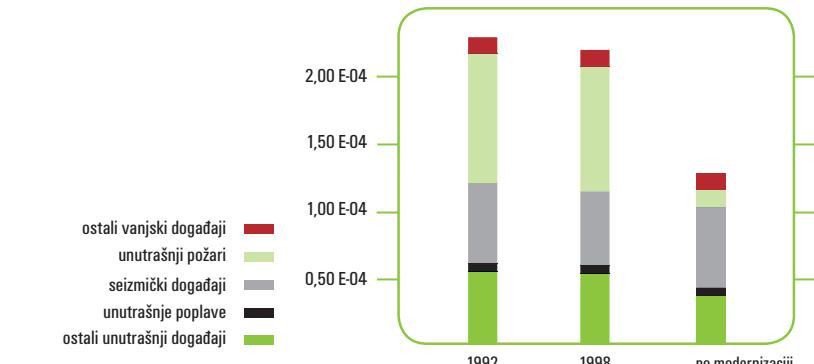
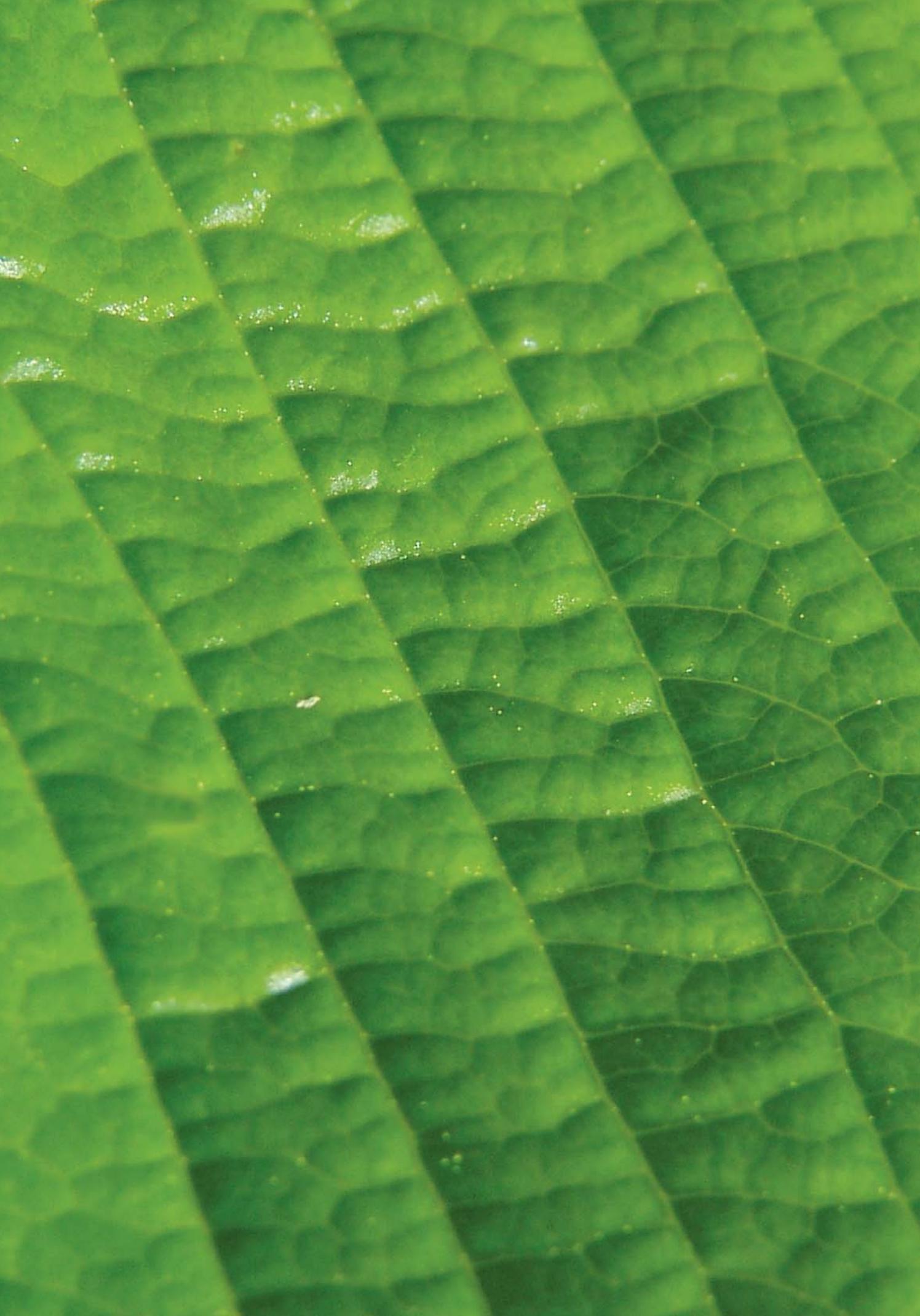
10. 8. 2004. je došlo do otkaza glavnog izvora napajanja regulacijskih šipki. Pri njegovoj zamjeni je došlo do ispada i rezervnog izvora napajanja što je uzrokovalo automatsku zaustavu reaktora.





## sadržaj

<b>1.0*</b>	19
Viša razina nuklearne sigurnosti	
<b>2.0*</b>	21
Mali utjecaj na okoliš	
<b>3.0*</b>	25
Nadgradnja pogonskog nadzora	
<b>4.0*</b>	29
Značajnije aktivnosti održavanja	
<b>5.0*</b>	31
Radiološka zaštita od pripreme	
poslova do izvedbe	
<b>6.0*</b>	33
Kemijski parametri rashladnog sredstva	
<b>7.0*</b>	35
Cjelovitost goriva	
<b>8.0*</b>	37
Izvođenje nadzora tlačnih pregrada	
<b>9.0*</b>	39
Tehnološke modifikacije	
<b>10.0*</b>	41
Ospozobljavanje kadrova	
<b>11.0*</b>	43
Aktivnosti sustava kvalitete	
<b>12.0*</b>	45
Nabava	
<b>13.0*</b>	47
Zaštita na radu	
<b>14.0*</b>	49
Međunarodna prisutnost	
<b>15.0*</b>	51
Organizacija društva	
<b>16.0*</b>	53
Financijsko izvješće	
<b>17.0*</b>	57
Popis kratica	



"profil" ukupne vrijednosti očekivanog taljenja reaktorske jezgre 1.1 \*

NEK je projektirana u skladu s američkim tehničkim sigurnosnim zakonima i u skladu s njima radi. NEK stalno prati propise i industrijske standarde u SAD, koja je država dobavljačica elektrane. Razvojem propisa i na temelju vlastitih iskustava NEK stalno unapređuje opremu, radne procese i nadzor rada.

### 1.1 Glavni propisi i standardi korišteni pri projektiranju, izgradnji i radu

Propise, primijenjene pri projektiranju, izgradnji i radu NEK, možemo podijeliti u sljedeće kategorije:

- zakonski propisi za projektiranje nuklearnih elektrana, izdani u SAD: 10CFR50,
- pravne upute američkog upravnog organa: Regulatory Guides, dokumenti iz serije NUREG itd.,
- industrijski standardi u SAD: ANSI/ANSI, ASME, IEEE,
- standardi i upute IAEA,
- raspoloživi zakoni i standardi SFRJ i Republike Slovenije,
- novi slovenski zakon "Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji i nuklearni varnost (ZVISJV)"

Primjena tih propisa temelji na ugovoru s Westinghousom, na izdanim dozvolama i na sporazumu između IAEA i SFRJ o projektu NEK. Poštivanje propisa i siguran rad stalno nadziru URSJV i ovlaštene institucije, povremeno nadzor vrši i Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA).

### 1.2 Stalno poboljšanje nuklearne sigurnosti

Vjerojatnosne analize sigurnosti (VAS) su mehanizam za ocjenu rizika, kojem su ispostavljeni pojedinci i cijela zajednica zbog rada nuklearnih elektrana. Cilj analiza je izračunati očekivanu učestalost taljenja reaktorske jezgre, koja predstavlja osnovnu jedinicu rizika u VAS i očekivanu učestalost brzog ispuštanja veće količine radioaktivnosti u okoliš.

Na slici je prikazan "profil" (raspodjela doprinosa pojedinih skupina začetnih događaja) ukupne vrijednosti očekivane učestalosti taljenja jezgre. Za usporedbu su dane vrijednosti, koje pokazuju stanje elektrane na kraju 1992 (početna VAS-studija, IPE/IPEEE), stanje pred modernizacijom, kraj godine 1998 i stanje po modernizaciji.

VAS-model NEK danas upotrebljavamo za različite ciljeve, kao što je potpora pri održavanju opreme, planiranju remonta i ocjeni važnosti modifikacija. Glavni cilj je postizanje čim veće nuklearne sigurnosti odnosno nadzor mogućeg rizika.

radioaktivne tvari	godišnja dozvoljena vrijednost	ispuštena aktivnost (Bq)	postotak dozvoljene vrijednosti
fizijski i aktivacijski proizvodi	200 GBq	0,241 GBq	0,12 %
tricij (H-3)	20 TBq	10,8 TBq	54 %

podaci o tekućim radioaktivnim ispustima u 2004. godini 2.1\*

**1.3****Program periodičnog pregleda i ocjene sigurnosti**

Cilj desetogodišnjeg periodičkog pregleda sigurnosti (PSR - Periodic Safety Review) je provjera sigurnosti djelovanja elektrane obzirom na sadašnje sigurnosne zahtjeve i postojeću praksu. Periodički pregled sigurnosti prepoznat je u elektrani kao važan segment upravnog nadzora.

U razdoblju od 2001. do 2003. proveli smo program i izradili odgovarajuće dokumente. Slijedeći korak, od 2004. do 2010. je provedba određenih mjeru i modifikacija iz akcijskoga plana.

- U okviru periodičnog pregleda sigurnosti NEK pregledani su slijedeći faktori sigurnosti:
1. Pogonska iskustva
  2. Sigurnosne analize
  3. Kvalifikacija opreme i staranje
  4. Sigurnosna kultura
  5. Plan i akcije u primjeru izvanrednih događaja
  6. Radiološka sigurnost i utjecaj na okoliš

Po detaljnem pregledu svih faktora sigurnosti od strane različitih pregledatelja načinjena je kategorizacija nadenih nedostataka koje su prije svega ocjenjene

glede na važnost i vremenski okvir potreban za provedbu. Pregled nije otkrio nikakvu nepravilnost koja bi zahtijevala hitnu zaustavu ili smanjenje snage. Najprije su određene nepravilnosti koje zahtijevaju minimalne napore za implementaciju. Ostale nepravilnosti su podijeljene na dvije osnovne skupine: prve koje mogu imati izravan utjecaj na siguran rad i druge koje zahtijevaju dodatnu ocjenu glede sigurnosnih osnova. Na osnovi rezultata kategorizacije napravljen je akcijski plan koji sadrži predlagane aktivnosti za poboljšanje sigurnosti. Te aktivnosti su uskladene i s "Upravom Republike Slovenije za jedrsko varnost".

Ukupni godišnji utjecaj zračenja na okolno stanovništvo zbog rada elektrane, uzimajući u obzir tekuće radioaktivne ispuste i prehrambeni lanac preko riba iz Save, ocijenjen je na manje od 0,1 % doze koju pojedinac primi od prirodnih izvora zračenja.

Poštivanje godišnjeg ograničenja iz lokacijske dozvole, koje iznosi 50 mikro-Sv na udaljenosti 500 m od reaktora, provjerava se mjesečno za ispuste u zrak. Pri tome se uvažava najneugodnija prosječna mjesečna razrijedenost u atmosferi za određeni smjer vjetra i za ispust pri zemlji. Godišnja doza stalno ispostavljane odrasle osobe je u prošloj godini bila 0,85 mikro-Sv.

Osim ograničenja doze određene su i godišnje dozvoljene vrijednosti ukupne količine radioaktivnosti koja se smije ispustiti u okolinu.

**Tekuća ispuštanja radioaktivnih tvari**

Otpadna voda može sadržavati fisijske i aktivacijske proizvode. Aktivnost fisijskih i aktivacijskih produkata (bez tricija H-3, ugljika C-14 i izvora alfa-zračenja) je u 2004. godini iznosila približno 0,1 % godišnje dozvoljene vrijednosti za tekuće ispuste. Aktivnost ispuštenog tricija bila je na polovici propisane vrijednosti. Tricij je izotop vodika koji se nalazi u vodi. Unatoč većoj aktivnosti, u usporedbi s ostalim kontaminirajućim produktima zbog niske radio-toksičnosti je zanemariv.



radioaktivne tvari	godišnja dozvoljena vrijednost (ekvivalent)	ispuštena aktivnost	postotak dozvoljene vrijednosti
fisijski i aktivacijski plinovi	110 TBq (Xe-133)	0,151 TBq	1,7 %
jod (I-131 i ostali)	18,5 GBq (I-131)	8,4 MBq	0,0454 %
aerosoli - čestice (kobalt, cezij, ...)	18,5 GBq	0,335 MBq	0,00181 %
tricij (H-3)	-	2,42 TBq	-
ugljik (C-14)	-	0,123 TBq	-

podaci o radioaktivnim ispuštim u zrak za 2004. godinu 2.2\*

### Ispuštanje radioaktivnih tvari u zrak

Ukupna godišnja aktivnost ispuštenih plemenitih plinova je iznosila približno 2 % dozvoljene vrijednosti za ekvivalent aktivnosti ksenona Xe-133.

Aktivnost ispuštenog radioaktivnog joda je glede na dozvoljen ekvivalent aktivnosti joda I-131 bila zanemariva. Radioaktivni izotopi kobalta i cezija, koji se pojavljuju u obliku čestica, zbog filtriranja ispuštenog zraka, izmjereni su u jako niskim koncentracijama. Detaljniji podaci prikazani su u Tabeli 2.2.

### Mjerenje parametara rijeke Save i podzemnih voda

U 2004. godini su bila izvedena sva propisana mjerenja temperatura, protoka i koncentracije kisika u savskoj vodi, te mjesečna mjerenja biološke i kemijske potrošnje kisika.

Porast temperature Save zbog ispusta vode za hlađenje, u točki miješanja nije bio viši od dozvoljenih 3 °C. Za potrebe hlađenja dozvoljeno je iz Save uzeti najviše jednu četvrtinu protoka.

Elektrana obavlja redoviti nadzor podzemne vode temeljem neprekidnih mjerenja visine i temperature na tri prvrta i na dvije lokacije na rijeci Savi, te tjedna mjerenja na deset prvrta krško - brežiškog polja.

Čišćenje komunalnih otpadnih voda se obavlja posebnim uređajima za čišćenje.

### Podaci o radioaktivnim otpadu i istrošenom gorivu

U 2004. godini su bila napunjena 133 spremnika s radioaktivnim otpadom. Na kraju 2004. godine je bilo ukupno 4878 standardnih i cjevastih spremnika (koji imaju volumen triju standardnih spremnika od 200 l). Ukupni volumen stisnutog otpada bio je 2289 m<sup>3</sup>, ukupna aktivnost 19 T Bq.

U bazenu za istrošeno gorivo je spremljeno je 763 istrošenih gorivih elemenata iz prethodnih dvadeset ciklusa. Ukupna masa istrošenog gorivnog materijala je 298 tona.



obratovalni nadzor 3.1\*

**3.1****Nadzor i upravljanje proizvodnim procesom**

Proizvodni proces se je nadzirao i upravljao u skladu s postupcima i planom aktivnosti na snazi, remontnim planom i planom priljubljene zaustave. Tri ekipe službe Proizvodnje koje su u remontu sudjelovale u rukovanju s gorivom su prije toga bile na osposobljavanju u Westinghouse-ovom centru. Kao i dosad, sve akcije rukovanja gorivom kao i aktivnosti otvaranja i zatvaranja reaktora izvedene su bez vanjskih izvođača.

Jasno definiranim opsegom zadataka koordinatora za nadzor poslova, koje obavlja dodatni glavni operater u dopodnevnoj smjeni, je povećana administrativno tehnička potpora vodi smjene s ciljem lakšeg pregleda sigurnog i pouzdanog rada elektrane što je rezultiralo i boljom potporom izvođačima aktivnosti na elektrani. Nastavljeno je poboljšavanje računalne pripreme i vodenja izolacije opreme i uredaja te računalno vodene evidencije o odstupanjima. Za uredaje koji projektom imaju utvrđen položaj uvedeno je označavanje zelenim karticama što nadalje znači optimizaciju kod pripreme, postavljanja te skidanja izolacije. Počelo se je s stalnim izvođenjem samo-ocjenjivanja pogonskih aktivnosti.

U 2004. godini nastavljeno je s široko zacrtanim programom osposobljavanja na radnom mjestu da bi svi operateri bili osposobljeni za rad na mjestu operatera reaktora, operatera ostalih sustava i dodatnog operatera ostalih sustava, te da bi svi strojari opreme bili osposobljeni za sva strojarska područja rada. U 2004. godini četiri operatera su osposobljena za dodatno radno mjesto, u procesu osposobljavanja ih je još četvoro. Isto tako su i dva

strojara opreme osposobljena za dodatna područja rada, trenutno još traje osposobljavanje za dodatna područja rada za sedam strojara opreme. Osim toga jedan operater je osposobljen za glavnog operatera, dok se je jedan operater vratio sa privremene dužnosti instruktora na simulatoru i preuzeo mjesto vode smjene.

Svojim znanjem i iskustvima smo podupirali i ostale procese. Dvojica voda smjene su u sklopu rotacije obavljala posao tjednog koordinatora za nadzor izvođenja aktivnosti na snazi a jedan licencirani glavni operater obavlja funkciju instruktora na simulatoru. U pogon je dan novi uredaj za pripremu vode koji omogućava smanjenje broja strojara opreme u smjenskoj postavi.



mjerjenje puštanja izolacijskih ventila zaštitne reaktorske zgrade 3.2\*

**3.2****Izvođenje nadzornih testova**

U 2004. godini je u potpunosti obavljen planiran program nadzornih testiranja koji osigurava ispunjenje svih nadzornih zahtjeva tehničkih specifikacija i standarda ASME sekcije XI za ventile i pumpe. Program obuhvaća testiranje svih sigurnosnih komponenti elektrane. Na taj se način provjerava sposobnost sigurnosnih i ostalih važnih sustava i uređaja da djeluju bez greške unutar zahtijevanih kriterija prihvatljivosti, s čim se osigurava pouzdan i siguran pogon elektrane. Za nesmetano i kvalitetno izvođenje programa nadzornih testiranja je potrebno osigurati planiranje, izvođenje i nezavisan pregled svih nadzornih testiranja. Isto tako je potrebno neprestano dogradjivati cijeli program testiranja, kamo spadaju i poboljšavanja svih postupaka za izvođenje nadzornih testiranja.

Nadzornih testiranja izvedenih tijekom rada bilo je 2.334, a za vrijeme remonta 431.

Napravljen je program za planiranje i praćenje testiranja penetracija reaktorske zgrade koji omogućava nadzor nad optimizacijom testiranja glede na rezultate pojedinih testova. Isto tako je napravljen plan nadzornih testiranja za 21 ciklus

koji je osnova za planiranje svih ostalih aktivnosti za vrijeme pogona na snazi do remonta 2006. Dnevnim pregledom aktivnosti provjerava se potreba za izvođenjem nadzornih testiranja nakon održavanja.



požarna zaštita 3.3\*

**3.3****Zaštita od požara**

Zahvaljujući visokom stupnju požarne zaštite u 2004. godini nije bilo u elektrani nijednog požara. Dobra požarna zaštita ostvarena je pregledom planiranih aktivnosti na tjednim i dnevним sastancima, redovitim i izvanrednim obilascima, izdavanjem dozvola za poslove s toplinskim učincima, požarnim stražama te nadzorom djelotvornosti požarnih sustava i uređaja za detekciju, gašenje i sprečavanje širenja požara. U 2004. godini su izdane 373 dozvole za poslove s toplinskim učincima, od toga 250 u remontu. Pored požarnih straža koje osiguravaju sami izvodači, s

vatrogascima je osigurano još 30 stalnih požarnih straža u ukupnom trajanju preko 300 sati. Za vrijeme remonta povećana je frekvencija obilazaka svih područja rada kao i prisutnost u reaktorskoj zgradi. Obavljen je u cijelosti program nadzornih testiranja požarnih sustava i uređaja prema zahtjevima tehničkih specifikacija i domaćeg zakonodavstva. Zamjenom cjevovoda te dobrim nadzorom postignuto je minimalno puštanje vanjske hidrantne mreže.

Nastavljeno je s zamjenom cijevi vanjske hidrantne mreže i izveden je test djelotvornosti. S dodatnim dimnim detektorima u kontrolnoj zgradi poboljšao se sustav detekcije požara. Napravljena je i dopuna požarno obrambenog plana.

U cijelom opsegu obavljen je program osposobljavanja iz požarne zaštite. Uz osposobljavanje zaposlenika NEK izvedeno je i osposobljavanje podizvodača te izvodača požarne straže za pogodbene djelatnike. Izvedeno je 12 vatrogasnih vježbi s vatrogascima NEK, od toga 4 u sudjelovanju s profesionalnom vatrogasnog jedinicom iz Krškog i jedna s članovima voda požarne zaštite NEK.

Za članove voda požarne zaštite osigurano je 50 sati treninga u svrhu priprema za uspješan nastup na takmičenju elektroenergetskih organizacija. Internom preraspodjelom omogućeno je slanje na školovanje za vatrogasce djelatnika koji su obavljali funkciju strojara sustava za pripremu vode s ciljem da se nadomjesti manjak osoblja zbog odlaska u mirovinu.

**3.4****Planiranje i nadzor izvođenja aktivnosti**

U 2004. godini uspješno su izvedene aktivnosti na snazi za 20 i 21 ciklus, plan predremontnih aktivnosti za remont 2004, plan remonta 2004 i plan u primjeru prisilne zaustave. U planu aktivnosti na snazi za 20. i 21 ciklus uskladeno je 7395 aktivnosti koje su se koordinirale na tjednim i dnevnim sastancima. Remontni plan za 2004. godinu sadržavao je 7330 aktivnosti, koje smo nadzirali i koordinirali 24 sata na dan pomoći dežurnih koordinatora remonta. Tako smo završili remont uz poštivanje svih zahtjeva sigurnosti u zaustavi za 28 dana i 22 sata što je, zbog teškoća pri provedbi aktivnosti održavanja, 46 sati više od planiranog.

U 2004. godini došlo je do jedne prisilne zaustave u stanju vruće pripremljenosti u trajanju 9 sati, s ukupno 49 aktivnosti unutar zaustave.

Napravili smo i pratimo izvođenje plana predremontnih aktivnosti za remont 2006. U pripremi je i plan remonta 2006 na temelju specifičnih informacija za taj remont. Sudjelujemo pri radu većine ALARA skupina.

U 2004. godini započelo se je s pripremama za prijelaz na PRIMAVERA ENTERPRISE orude za planiranje. Osposobljavanje za rad s novim oruđem je pohađao jedan djelatnik Službe Proizvodnje Planiranje.

Napravljena su i manja poboljšanja računalnih aplikacija za proces radnog naloga. Provedeno je bilo samo-ocjenjivanje procesa radnog naloga iz kojeg je proizašla većina akcija za obnovu procesa.

S svojim resursima osiguravamo potporu dugoročnom planiranju u elektrani.

### 3.5 Osiguranje pouzdanosti i raspoloživosti sustava i uredaja

U svrhu boljeg i djelotvornijeg praćenja raspoloživosti i djelovanja sustava te uredaja nastavljeno je s razvojem programa nadzora proizvodne sposobnosti, programa nadzora učinkovitosti održavanja i programa uvida u stvarno stanje sustava. Kao mehanizam za brzu ocjenu stanja i djelotvornosti određenih sustava, određivanje potrebnih korektivnih akcija, njihovog prioriteta i dugoročnog planiranja, te praćenje djelotvornosti izvođenja korektivnih akcija u NEK je uvedeno zajedničko izvješće, gdje su zbrane sve važnije aktivnosti, nepravilnosti i poboljšanja na sustavima u promatranom razdoblju.

Tromjesečno smo pripremali zajednička i pojedinačna izvješća o stanju sustava i predložili 50 korektivnih akcija za veću sigurnost i raspoloživost. Pripremili smo prijedloge za reviziju dugoročnog plana za razdoblje 21 ciklusa i remonta u 2006. godini. Pored toga, sudjelovali smo u pripremi i izvođenju svih većih modifikacija, analizirali i rješavali sustavne probleme pri pogonu elektrane, pregledavali pogonske i postupke za nadzorna testiranja, pripremili 49 privremenih modifikacija, pripremili i vodili 9 značajnijih povremenih aktivnosti, pregledali i unijeli u plan remontne radne naloge te sudjelovali pri izvođenju kompleksnijih remontnih nadzornih i pogonskih testiranja.

## 4.1 Načela održavanja

Dobra praksa na području održavanja je od ključnog značaja za sigurno i pouzdano djelovanje elektrane. To podrazumijeva izvođenje aktivnosti u optimalnom opsegu, optimalnim vremenskim intervalima na osnovi poznavanja stanja i kritičnosti opreme. U okviru koncepta održavanja tako razlikujemo aktivnosti preventivnog održavanja koje izvodimo u skladu s programima u određenim vremenskim intervalima, aktivnosti prediktivnog održavanja, na temelju kojih određujemo stanje opreme (dijagnostika) i aktivnosti korektivnog održavanja, koje su većinom namijenjene opremi koja nije kritična za raspoloživost i sigurnost elektrane.

## 4.2 Redovno održavanje

Aktivnosti održavanja izvodili smo za vrijeme rada i za vrijeme remonta. Tijekom rada se izvode aktivnosti koje ne utječu na smanjenje sigurnosti i pouzdanosti elektrane. Većinu aktivnosti smo izveli u skladu s programom preventivnog održavanja. Napravili smo nekoliko korektivnih akcija koje nisu bitno utjecale na sigurnost odnosno raspoloživost objekta. Slijedi kratak opis značajnijih aktivnosti.

**Strojno održavanje** je izvelo aktivnosti kao što su: servisni pregledi dizalica i uredaja za transport goriva, otvaranje i zatvaranje reaktora, aktivnosti na pumpama primarnih sustava, zahvati na približno 70 ventila primarnog sustava, remont-pregled primarnih potpornih elemenata i amortizera, remont ventilacijske opreme, pregled potpornih elemenata sekundarnih sustava, pregled rešetki na Savi, čišćenje cijevi kondenzatora i pregled filtra Taprogge i Amertap, remont dizel-agregata, pregled/remont približno 220 ventila na različitim sustavima sekundarnog kruga, remont visokotlačne turbine.

## Održavanje električne opreme

je obuhvačalo aktivnosti na niskonaponskim stabilnim uredajima (punjenje i testiranje kapaciteta baterija, revizija električnih ormara, grijaca i ostalih niskonaponskih uredaja pruga A i B), aktivnosti na visokonaponskim stabilnim uredajima (radovi na uredajima postrojenja 400 kV, 21 kV i 6,3 kV), aktivnosti na niskonaponskim motorima (niskonaponski elektromotori, testiranje i preventivne aktivnosti na ventilima s motornim pogonom, prekidači, dizalice), aktivnosti na generatoru, dizel generatorima i visokonaponskim motorima (revizija glavnog generatora, revizija dizel - generadora i električnih pomoćnih sustava, remont i revizije različitih elektromotora, remont motora reaktorske pumpe RCP 01 i reviziju motora RCP 02), aktivnosti na relejnoj zaštiti, mjeranjima i regulacijama napona.





**Instrumentacijsko održavanje** obuhvačalo je aktivnosti na području kalibracije i testiranja oko 1700 instrumentacijskih komponenti (regulacijskih krugova, pretvornika, indikatora, senzora, prekidača, radnih komponenti itd.) na svim sustavima, koji utječu na sigurnost i raspoloživost elektrane, servis elektrohidraulične opreme na ustavi, aktivnosti vezane za kalibraciju primarnih sustava, inspekciju nuklearne instrumentacije, testiranje zaštitnih sustava reaktora, mjerjenje vremenskih odziva nadzorne instrumentacije, održavanje i razvoj programske opreme na procesnim računalima, korektivno te preventivno održavanje procesnih računalnih sustava.

**Gradevinsko područje** je obuhvačalo aktivnosti na sanaciji trećeg preljevnog polja u stave, pregled i sanaciju visokotlačnog tunela rashladnih tornjeva, antikorozisku zaštitu cjevovoda sustava za hlađenje komponenti u reaktorskoj zgradi, pjeskarenje rotora te kućišta visokotlačne turbine.

**Prediktivno područje** je obuhvačalo aktivnosti prepoznavanja stanja opreme. Za to se upotrebljavaju različite dodatne tehnike, koje nisu dio primarnog održavanja: nadzor termovizijskom inspekциjom, vibracijski nadzor značajnijih rotacijskih komponenti i nadzor ulja.

#### 4.3 Posebne remontne aktivnosti održavanja

U skladu s planom održavanja izveli smo i posebne aktivnosti, koje zbog svog sadržaja nisu u sklopu redovitog dijela kratkoročnih programa preventivnog održavanja komponenti, sustava i struktura. U takvim se slučajevima obično radi o izvođenju strateških aktivnosti, pregleda, obnavljanja, popravljanja i zamjena.

Izvedena je bila sanacija oštećenih statorskih i rotorskih lopatica turbine NT2, pregled toplinskih izmjenjivača sekundarnog sustava metodom vrtložnih tokova, pregled sustava za prikaz položaja kontrolnih šipki (DRPI), zamjena i servis aktuatora FW izolacijskog ventila 21137, sanacija statora motora RCP1, zamjena izolacijskih ventila i instrumentacijskih cijevi linije tlačnika RC sustava.

#### 4.4 Vanjski izvodači

U remontu je sudjelovalo više vanjskih izvodača koji su sposobni za izvođenje aktivnosti u skladu sa zahtjevima odnosno standardima, specifičnim u nuklearnoj tehnologiji. Uloženo je bilo puno truda već u toku samih priprema za remont.

Izveli smo različita osposobljavanja kao npr. specijalni tečaj za osposobljavanje voda radova,

tečajeve za održavanje specifičnih komponenti, kao i detaljno planiranje aktivnosti. Svi planirani i dodatni radovi su napravljeni kvalitetno. Prilikom tlačnog testa, po varenju na instrumentacijskim linijama tlačnika, je otkriveno puštanje na varu pri pogonskom tlaku primarnog rashladnog sustava.

Obzirom, da izolacija sustava pri takvim pogonskim parametrima nije bila moguća, bilo je potrebno obaviti sanaciju u uvjetima sniženog tlaka, što je posljedično produžilo remont.

**Zaštitu od zračenja** izvodi i motivira organizacijska jedinica Radiološke zaštite. Poslovi koji su povezani s izvorima ionizirajućeg zračenja su posebno planirani i nadzirani u cilju postizanja racionalno niskog zračenja djelatnika. Mjere za smanjenje ozračenosti predviđaju sudjelovanje odgovornih inženjera i voda poslova pri planiranju i pripremi poslova.

Dobra priprema zahtjeva detaljno vremensko planiranje pojedinih poslova što skraćuje vrijeme rada i ujedno sprječava nepotrebno izlaganje zračenju. Vrijeme trajanja remonta u zadnjim godinama je kraće za 10 dana zbog boljih priprema i izvođenja radova u kontroliranom području te zbog raspodjele aktivnosti održavanja na cijelu godinu. Izuzetak je 2000. godina u kojoj je osim redovitog remonta obavljena i zamjena oba parogeneratora.

Tehnološke promjene se ocjenjuju s stajališta ispostavljenosti zaposlenika zračenju zbog dugoročnog pogona a i kasnije razgradnje objekta.

Ukupna kolektivna doza u remontnim aktivnostima pri zaustavi elektrane i zamjeni goriva iznosila je 0,6 čovjek-Sv, a za cijelu godinu 0,69 čovjek-Sv. Od toga su vanjski izvodači primili približno 68 % ukupne doze.

Ukupan broj osoba koje su radile u radiološki kontroliranom području u 2004. godini je bio 816, od toga 462 vanjskih djelatnika. Prosječna doza pojedinca iznosila je 0,84 mSv. Najviša doza među vanjskim izvodačima, 7,17 mSv,



## kemijski parametri rashladnog sredstva 6.1\*

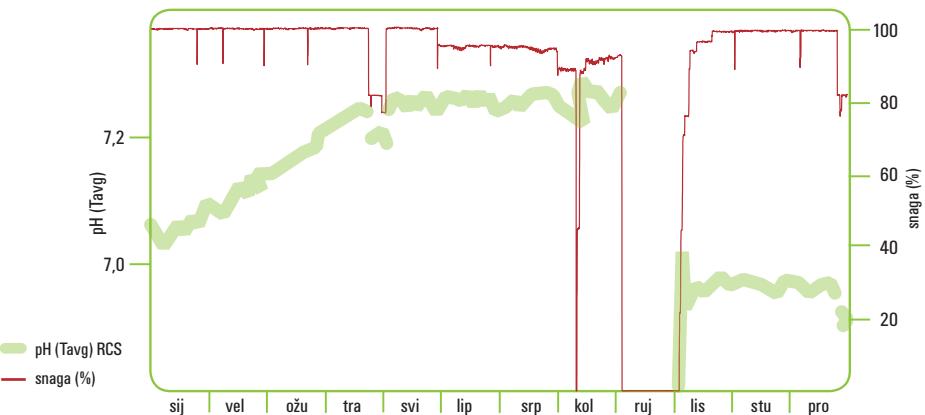
Propisani kemijski program primarnog i sekundarnog kruga, kao i svih zatvorenih pomoćnih sustava za hlađenje i njegovo dosljedno izvođenje u praksi jedan je od važnih uvjeta za dobro stanje komponenti, sustava i nuklearnog goriva. Kemijski program doprinosi smanjivanju pogonskih troškova te povećanju raspoloživosti elektrane, pogonske sigurnosti i snižavanju doza zračenja.

Brojne elektrane u svijetu ulažu ogroman napor i sredstva u optimizaciju kemijskog programa koji je posljedica strožih principa u postizanju potrebne sigurnosti i raspoloživosti, osiguravanja i nadzora kvalitete, starenja komponenti i prijelaza na duži gorivni ciklus. Neke elektrane se nakon dva desetljeća rada susreću s prvim posljedicama zamora materijala, koje zahtijevaju uskladeno praćenje parametara, saniranje ili zamjenu pojedinih komponenti.

Svjesni važnosti kvalitetnog i dosljednog ograničavanja korozijskih mehanizama na komponentama i gorivu, aktivno sudjelujemo u izmjeni znanja preko međunarodnih institucija. Na iskustvima i preporukama svjetske prakse, te na znanju i iskustvima koje smo pridobili u proteklim ciklusima na elektrani, temeljimo aktivnosti u optimizaciji programa kemije.

U 2004 godini, kemijski i radiokemijski parametri primarnog i sekundarnog kruga kao i svih pomoćnih sustava za hlađenje, bili su u skladu s kemijskim programom i propisanim administrativnim i pogonskim postupcima,

programima elektrane te ostalim dokumentima koji propisuju način rada elektroenergetskih objekata. Dogadaja, koji bi značajnije utjecali na povećanje intenziteta korozijskih mehanizama komponenti i nuklearnog goriva, nije bilo. Praćeno je i ocjenjeno ispuštanje i transport korozijskih, prije svega erozijskih produkata sekundarnog kruga. U cilju smanjivanja nastanka/deponiranja taloga u parogeneratorima u elektrani se odvija intenzivna komunikacija u kojoj sudjeluju i dobavljači parogeneratora. Imenovana je grupa za praćenje stanja parogeneratora u kojoj osim dva predstavnika iz sektora Kemije sudjeluju i predstavnici iz drugih sektora. U pripremi su dva nova programa NEK: Program nadzora i sprečavanja korozije te Program parogeneratora.



pH režim RCS-a za godinu 2004. 6.2\*

Izazov za osoblje Kemije predstavlja i prijelaz na 18 mjesечni ciklus, koji u kemijski režim reaktorskog sustava za hlađenje unosi neke promjene. Režim kemije reaktorskog hladila utječe na koroziju i integritet goriva, puštanje i deponiranje korozijskih taloga, integritet sustava i aktivnosti radioizotopa. Pri prijelazu na duži ciklus, koncentracija borne kiseline i litija na početku je viša što utječe na promjenu pH režima reaktorskog hladila, koji je za 21. ciklus uskladen s dobavljačem goriva i s preporukom EPRI-ja. Povećanje integralne izloženosti goriva litiju, kao posljedica duljeg ciklusa je bilo ocjenjeno u tehničkoj evaluaciji i uzeta su u obzir i iskustva drugih elektrana koje su već obavile prijelaz na 18 mjesечni ciklus. pH režim primarnog kruga, kojeg primjenjujemo u 21. ciklusu, primjenjuje se u većini PWR elektrana koje rade s 18 mjesечnim ciklусом.

U remontu na kraju 20. ciklusa provodile su se uskladene aktivnosti u kojima kemija ima važnu ulogu. Uskladeni i realizirani su bili načini mokre konzervacije parogeneratora, izveden je "Hide Out Return Test", koji se provodi tijekom zaustave i hlađenja elektrane i daje ocjenu količine depomiranih ionskih nečistoća te omogućava otkrivanje korozijskih mehanizama u parogeneratorima. Uspješno je provedeno uklanjanje korozijskih produkata - pretežno Co58, nikla, niklovih ferita i niklovih oksida iz goriva i komponenti primarnog kruga.

Na području monitoringa kemijskih i radiokemijskih parametara odvija se modernizacija ugrađene opreme. U 2004. godini osuvremenjen je sustav kemijskih analizatora za kontinuirano mjerjenje pojedinih parametara sekundarnog sustava: vrijednosti pH, rastopljenog kisika, specifične i kationske provodljivosti. Analitički instrument, ionski kromatograf, namijenjen analiziranju aniona, nadograđen je s novom provjerrenom metodom, koja se izvodi rutinski i omogućava smanjenje granica detekcije, te predstavlja prihvatljiv kriterij i za uzorce gdje se niski sadržaj agresivnih aniona određuju u

prisutnosti viših koncentracija inhibitora korozije npr. u zatvorenim pomoćnim sustavima hlađenja.

Organizacijska jedinica kemije je po završenom remontu preuzeila kemijske analizatore u novom sustavu pripreme vode, koji u usporedbi s prijašnjim sustavom ima razvijeniji kemijski nadzor.

## 7.1 Projekt nuklearne jezgre

Projekt nuklearne jezgre mora ispunjavati niz zahtjeva glede izgaranja nuklearnog goriva i kontrole reaktivnosti. Projektom se određuje razmještaj gorivnih elemenata, broj svježih gorivnih elemenata te njihovo obogaćenje.

Gustoća snage i drugi fizikalni parametri jezgre reaktora su ograničeni dozvoljenim projektnim vrijednostima. Njihova sukladnost s projektnim vrijednostima osigurava stabilnost reaktora i sigurnost u svim projektnim stanjima elektrane. U 2004. godini je bio zaključen 20. pogonski ciklus i započeo je osamnaest mjesечni ciklus 21 koji će trajati do 8. travnja 2006. Produciranje ciklusa je zahtjevalo zamjenu 56 istrošenih gorivnih elemenata. Sve gorivne elemente za 21. ciklus je izradio Westinghouse. Značajke goriva tipa Vantage+ su zamjenjiva gornja mlaznica, modificirana donja ulazna mlaznica i kružne gorivne tablete u aksijalnim zastorima gorivnih šipki. Za izradu košuljice gorivnih šipki, vodilica kontrolnih šipki i instrumentacijskih vodilica se upotrebljava moderni ZIRLO™ materijal, koji se odlikuje velikom korozijском otpornošću.

Reaktor je u 2004. godini radio u skladu s izračunatim projektnim vrijednostima. Ukupna proizvedena toplinska energija odgovara radu 323 dana na efektivnoj punoj snazi. Na kraju 2004. godine ukupna dužina pogona reaktora je 18,16 EFPY.



provjera sekvenca razmještaja gorivnih elemenata 7.1\*

### 7.3 Pregled nuklearnog goriva

Jedan od principa rada NEK je pogon bez oštećenog goriva. Na taj način se sprječava radiološki utjecaj na stanovništvo i okoliš a istovremeno se snižavaju pogonski troškovi i opterećenje zaposlenih. Cjelovitost nuklearnog goriva se prati kontinuirano. Ocjenjuje se na osnovu evaluacije izmjerenih specifičnih aktivnosti izotopa joda, plemenitih plinova i određenih izotopa tvrdih partikulata u primarnom rashladnom sredstvu. Vrijednost faktora pouzdanosti goriva (FRI) u 2004. godini nije prešla dana ograničenja međunarodnog INPO standarda 5E-4 µCi/g naprotiv, vrijednosti su približno 10 puta niže. Osnovni faktori stanja goriva pokazuju da je cjelovitost goriva jako dobra i da se ubrajamo u vrh sličnih nuklearnih objekata.

U remontu 2004 su bile izvedene tri vrste inspekcijskih pregleda gorivnih elemenata. Metodom provjere nepropusnosti gorivnih košuljica pregledano je svih 121 gorivnih elemenata. Mjerenja su pokazala puštanje jednog gorivnog elementa. Dodatno je izvedena ultrazvučna inspekcija goriva za određivanje gorivne šipke koja pušta i vrste defekta. Sakupljeni podaci su pokazali da se radi o manjem

puštanju jedne gorivne šipke na elementu s visokim izgaranjem, koji nije bio u planu za ponovni rad u 21. gorivnom ciklusu. Rutinski je bio izведен i podvodni vizualni test dva elementa predviđena za jezgru 21. ciklusa. Uvezši u obzir da su i svježi gorivni elementi podvrnuti strogom nadzoru i pregledu u NEK možemo tvrditi da su svi gorivni elementi koji sastavljaju jezgru 21. ciklusa bez oštećenja.

### 8.1 Nadzor primarnih komponenti

U NEK se izvodi program stalnog nadzora opreme, tzv. "In Service Inspection" ili ISI program. Pregledi se obavljaju metodama koje nemaju utjecaj na mjerenu opremu, tj. ne-destruktivnim metodama (NDE-Non Destructive Examination). Temeljni cilj je prepoznati degradacije komponenti koje nastaju tijekom rada. Program nadzora je u skladu s odgovarajućim standardima i zahtjevima Tehničkih specifikacija i analizira komponente koje predstavljaju granice primarnog sustava - tj. komponente takozvanog sigurnosnog razreda I, II i III. Na temelju ISI plana

za 2004. godinu izvedene su sve planirane aktivnosti ne-destruktivnim metodama (vizuelne, s penetrantima, magnetne i ultrazvučne). Dodatno su izvedene sljedeće važnije aktivnosti: vizualni pregled plašta reaktorske zgrade sukladno zahtjevima programa, pregled mogućih lokacija propuštanja borne vode i poslijedično korozije komponenti iz ugljičnog čelika, pregled cijevi parogeneratora (50 %) metodom vrtložnih struja te pregled penetracija glave reaktorske posude.

Inspekcije, obavljene tijekom remonta 2004 ukazuju na kvalitetno stanje pregledanih komponenti, što potvrđuje dobro stanje primarnih tlačnih pregrada.

### 8.2 Nadzor komponenti sekundarnih sustava

Temeljni cilj ovih aktivnosti je pravovremeno otkrivanje smanjenja debljine stjenke komponenti zbog erozije i korozije. U sklopu toga se izvodi inspekcija komponenti iz programa utvrđivanja erozije/korozije i inspekcija posuda pod tlakom. U okviru programa erozija/korozija pregledano je 128

### izvođenje nadzora tlačnih pregrada

komponenti, 7 linija na EX sustavu i 3 linije na HD sustavu. Pod pojmom linija smatra se da je bila pregledana određena dužina cjevovoda, što uključuje više komponenti. Mjerenje debljine stjenke tlačnih posuda izvedeno je na 22 posude. Nijedan pregled nije otkrio smanjenje debljine ispod dopuštene vrijednosti. Na posudama gdje su već prije bile opažena oštećenja, pregledi su to samo potvrdili.

Rezultati inspekcijskih pregleda pokazali su da se stanje na sekundarnoj strani relativno pogoršava zbog starenja opreme. Na pojedinim sustavima moguće je opaziti povećan trend starenja. Tako se dopuštena starenja pojavljuju uglavnom na istim sustavima i lokacijama. U slučaju Programa erozija/korozija to su EX, MS, FW i HD sustav.



dio sustava pripreme demineralizirane vode 9.1\*

U 2004. godini intenzivno su se nastavile aktivnosti za realizaciju tehnološke nadgradnje, koja je bila opredjeljenja u okviru dugoročnog plana investicija u 2003. godini.

#### Važnije investicije završene u 2004. godini:

#### Zamjena tehnologije pred-pripreme i pripreme tehnološke vode

Modifikaciji se pristupilo zbog dotrajalosti starog sustava za pred-pripremu i pripremu (PW i WT) vode, pomanjkanja rezervnih dijelova, smanjenja kapaciteta i zbog negativnih utjecaja kiselinskih isparavanja koja se razvijaju uslijed regeneracije ionskih izmjenjivača na opremi u turbinskoj zgradi. U sklopu izvedbe najprije je instalirana privremena jedinica za melštanje vode koja je nadomjestila stari sustav za pred-pripremu. PW sustav je zatim uklonjen iz zgrade za pripremu vode, zgrada je odgovarajuće sanirana, a nakon sanacije u zgradi je instaliran novi zajednički sustav (PW/WT), koji se temelji na upotrebi najnovijih membranskih postupaka. Novi sustav omogućava centralno računalno upravljanje sustavom te djelovanje u pet mogućih režima s minimalnom generacijom otpada.

Nakon uspješnog puštanja u pogon novog sustava, te spajanja s postojećim sustavima elektrane, odstranjen je stari sustav za pripremu demineralizirane vode koji se nalazio u turbinskoj zgradi i u sklopu kojega se je nalazila i postaja

za regeneraciju ionskih izmjenjivača. Većina radova obavljena je prije i poslije remonta 2004. a najzahtjevniji dio preklopa izведен je u vremenski ograničenom razdoblju (4 dana) unutar remonta.

#### Zamjena regulatora napona 400 kV glavnih transformatora

Zamijenjena je automatska regulacija 400 kV napona zbog dotrajalosti i nepouzdanosti, NEK ne raspolaže rezervnim dijelovima za regulatore napona. Osim regulatora napona na oba glavna transformatora, zamijenjena je i stara termoslika na GT2 zbog unificiranja kontrole hlađenja. Postojeći ormari za regulaciju napona u prostoru DEH zamijenjen je novim, a izvedeni su i potrebni radovi u glavnoj kontrolnoj sobi (ECB).

### Zamjena sustava za kontrolu nivoa HD sustava

U okviru modifikacije je odstranjena kompletna mjerna i regulacijska oprema na HD sustavu. Instaliran je nov sustav, koji temelji na dvostrukom mjerjenju nivoa

(2 mjerača nivoa na svaki grijač i rezervoar) te centraliziranim kontrolnom sustavu koji temelji na rududantnim Simatic PCS7 PLC-ima koji upravljaju kontrolnom i zaštitnom logikom svih 12 HD grijača, HD rezervoara te 6 MSR drenažnih rezervoara. Za poboljšanje upravljanja drenažnim ventilima grijača zamijenjeni su i pozicioneri sva 34 drenažna ventila, koji će omogućavati točno pozicioniranje drenažnih ventila, dodatnu dijagnostiku na ventilima te preglednost nad statusom samih ventila. Ugrađena konfiguracija sustava (bez dodatno instaliranih upravljačkih komponenti u MCR) omogućava praćenje stvarnih nivoa grijača i rezervoara jer su signali povezani i na PIS. Dostup do kontrolne aplikacije moguće je preko nadzorne i inženjerske stanice (kontrolirani nivo dostupa), a omogućen je i pregled nad radom aplikacije na osobnim računalima u glavnoj kontrolnoj sobi povezanim na TRM.

### Zamjena izmjenjivača topline za hlađenje komponenti turbinskih sustava

Modifikacija je obuhvatila zamjenu izmjenjivača topline TC sustava zbog degradacije cijevnog snopa,

pogonskih razloga i samog održavanja. Ugrađen je novi izmjenjivač topline s približno 16 % većom površinom za prijenos topline.

Modifikacija je obuhvatila i ugradnju TC premostnog cjevodova s regulacijskim ventilom, instalaciju pokazivača nivoa, ventila za odzračivanje i premještanje ionaca za odzračivanje sustava rashladne vode kondenzatora.

### Zamjena alarmnog sustava NEK

U remontu 2004. godine zamijenjen je stari alarmni sustav (problematičan za održavanje) u glavnoj kontrolnoj sobi novim, suvremenijim, digitalnim i redundantnim alarmnim sustavom. Novi sustav omogućava računalni nadzor nad konfiguracijom, standardne i napredne funkcije filtracije i supresije alarma, naprednu "on-line" dijagnostiku i testiranje te pokriva sljedeće (prije razdvojene) podsustave alarma: glavna kontrolna ploča, ventilacijska kontrolna ploča i kontrolna ploča električnih sustava.

**Stručno osposobljavanje kadrova djeluje kao samostalna organizacijska jedinica, koja svojom ulogom tjesno sudjeluje s ostalim organizacijskim jedinicama elektrane. Poslanstvo Stručnog osposobljavanja je osiguravati kvalitetnu pripremu i izvršavanje programa osposobljavanja i tako pridonijeti visokom stupnju stručnosti i profesionalnosti osoblja te sigurnom i pouzdanom pogonu elektrane.**

O sposobljavanje osoblja NEK se izvodi na osnovi odobrenih programa i godišnjeg plana koji se oblikuje u suradnji s vođama pojedinačnih organizacijskih jedinica. Godišnji plan osposobljavanja je oblikovan na temelju potreba i s ciljem osiguravanja potrebnog broja odgovarajuće osposobljenog kadra. Programi osposobljavanja se u velikoj mjeri pripremaju i izvode u sklopu aktivnosti Stručnog osposobljavanja i ostalih organizacijskih jedinica. Djelomično se osposobljavanje provodi i u suradnji s vanjskim institucijama kako domaćim tako i stranim.

### 10.1 O sposobljavanje pogonskog osoblja

Početno osposobljavanje skupine novih operatera reaktora nastavilo se je i u 2004. godini u sklopu osposobljavanja na simulatoru te na radnim mjestima u glavnoj kontrolnoj sobi. O sposobljavanje je pohadalo sedam sudionika iz NEK i jedan iz URSJV. U nastavku tečaja provedena je interna provjera znanja nakon čega je slijedila konačna provjera koja se sastojala od pismenog i praktičnog dijela. Svi osam sudionika uspješno je zaključilo osposobljavanje. NEK je na URSJV prijavila svih sedam djelatnika NEK za provjeru dobivanje licence za operatera na reaktoru. U sklopu provjera pred Stručnom komisijom za provjeru znanja i osposobljenosti operatera obavljen je pismeni, praktični i usmeni dio kojeg su svi kandidati uspješno napravili.

Stalno stručno osposobljavanje licenciranog osoblja izvodilo se u skladu s dvogodišnjim planom, važećim zakonodavstvom i internim postupcima u NEK. Godišnje osposobljavanje pogonskog i ostalog licenciranog osoblja je

osposobljavanje kadrova 10.1\*



Stalno stručno osposobljavanje strojara opreme se je provodilo usporedno s osposobljavanjem licenciranoga osoblja tako da su bila izvedena četiri jednotjedna segmenta osposobljavanja. Program je bio oblikovan tako da je obuhvaćao sadržaje koji osiguravaju očuvanje i nadgradnju znanja i vještina koje strojari opreme trebaju pri svojem radu. Naglasak je na praktičnom osposobljavanju strojara opreme upotrebom sustavnih pogonskih postupaka. Djelomično je osposobljavanje provedeno zajedno s licenciranim osobljem, naime strojari opreme su sudjelovali kod izvođenja određenog broja predavanja i scenarija na simulatoru. U sklopu osposobljavanja strojara opreme u 2004. godini je uvedena i novost: aktivna povezanost učionice i simulatora što omogućava još kvalitetnije osposobljavanje.

U 2004. godini je sukladno ustaljenoj praksi pred remontom, provedeno osposobljavanje ekipe za izmjenu goriva. Osim toga u 2004. godini je izvedeno osposobljavanje osoblja za prihvatanje goriva te praktično osposobljavanje tri smjenske ekipe na opremi za izmjenu goriva u Westinghouse-ovom centru Waltz Mill.

Simulator je u 2004. godini osim za potrebe osposobljavanja korišten za pripremu pogonskog osoblja za izvođenje važnijih aktivnosti u elektrani kao i za provjeru pogonskih postupaka.

## 10.2 O sposobljavanje osoblja održavanja i ostalih potpornih funkcija

Stručno osposobljavanje tehničkog osoblja obuhvaća tečajeve na kojima se stiče opće i specijalističko znanje za potrebe održavanja i potpornih funkcija.

U sklopu početnog osposobljavanja tehničkog osoblja u 2004. godini izведен je tečaj iz osnova tehnologije nuklearnih elektrana, koji je u skladu s prethodnim iskustvima izведен u suradnji s "Izobraživaonim centrom za jedrsku tehnologiju". Tečaj se sastojao od četiri tjedna teorijskih osnova te četiri tjedna upoznavanja sustava elektrane.

Na području osposobljavanja osoblja održavanja u 2004. godini nastavljeno je s programima specijalističkih i zakonsko zahtijevanih osposobljavanja koji su oblikovani na osnovi matrica potrebnih kvalifikacija. Pojedini tečajevi odvijali su se u sudjelovanju s vanjskim institucijama, djelomice u inozemstvu a djelomice u prostorijama Centra za osposobljavanje djelatnika održavanja. U 2004. godini je u potpunosti oblikovan proces izvođenja specijalističkih tečajeva koji sadrže praktični dio osposobljavanja. Pojedina praktična osposobljavanja izvedena su tijekom preventivnog održavanja opreme na snazi. Kod pripreme i izvođenja stručnog osposobljavanja osoblja održavanja pored osoblja SU aktivno su uključeni i inženjeri i tehničari sektora Održavanja.

U 2004. godini izvedena su tri segmenta stalnog stručnog osposobljavanja osoblja Održavanja, koji su osnova za program obnove općih i zakonskih znanja. U sklopu tih segmenata osoblje Održavanja je upoznato sa novostima u procesima i sustavima elektrane, kao i s pogonskim iskustvima.

Za veći broj zaposlenih u NEK pred remontom je održano dodatno opće osposobljavanje u cilju osiguranja kvalitetnog obavljanja remontnih radova.

U 2004. godini nastavljeno je s izvođenjem ustaljenih programa početnog i obnovljenog osposobljavanja na područjima pojedinih zakonsko zahtijevanih znanja, kao što su: zaštita i zdravlje na radu, protupožarna zaštita, opasne tvari, planiranje mjera u slučaju izvanrednog dogadaja, prva pomoć, rad u eksplozijsko ugroženim prostorima i kretanja u električnim postrojenjima. U listopadu je izvedena vježba organizacije NEK u slučaju izvanrednog dogadaja.

Na području osposobljavanja iz radiološke zaštite su u skladu s zakonodavstvom izvedena početna i obnovljena osposobljavanja. Na temelju 39. člana Pravilnika o obvezama izvođača na područjima djelatnosti zračenja i posjednika izvora ionizirajućeg zračenja NEK je u suglasnosti s Ministarstvom za zdravlje br. 594-8/2004-2-B02, 5.7.2004. dobila potvrdu programa za samostalno izvođenje programa osposobljavanja RZ-3.

## 10.3 O sposobljavanje osoblja vanjskih izvodača radova

I u 2004. godini smo nastavili s izvođenjem općeg osposobljavanja za vanjske izvodače radova koji se izvodilo u sklopu priprema za redoviti godišnji remont. Bilo je izvedeno i osposobljavanje za vođe radova vanjskih izvodača. Tečajevi su bili izvedeni u skladu s internim postupcima NEK s ciljem postizanja sigurnog i učinkovitog izvođenja remontnih radova.

Za vanjske izvodače radova koji obavljaju poslove u radiološko kontroliranom području izveden je veći broj tečajeva iz radiološke zaštite i specifičnosti NEK.

pregledali zahtjeve sektora Tehničke operative te zahtjeve sektora Inženjeringu.

U okviru NUPIC organizacije smo izveli provjere i pridobili revizije QA priručnika dobavljača. Na osnovi plana rada za 2004. godinu izveli smo veći broj internih i eksternih provjera uključujući i provjeru kvalitete izrade goriva.

## 11.2 Kontrola kvalitete

U službi osiguranja kvalitete smo u 2004. godini izveli sljedeće aktivnosti:

- pregled i komentari postojećih postupaka elektrane,
- pregled modifikacijske dokumentacije,
- praćenje modifikacija,
- praćenje procesa nabave,
- praćenje aktivnosti po radnim nalozima,
- praćenje nadzornih testiranja,
- praćenje remontnih radova,
- nadzor nad cijelim procesom izvođenja modifikacija,
- pregledi.

Glede nabrojanih aktivnosti pregledali smo postupke, modifikacijske dokumente i izvedbe modifikacija. U sklopu praćenja procesa nabave zajedno smo

posude za radiološki otpad),

- sudjelovanje s ostalim sektorima u okviru projekata, gdje služba Kontrole kvalitete može pomoći sa svojim iskustvima,
- osposobljavanje osoblja,
- kalibracija mjerne opreme,
- provedba tečaja dimenzionske kontrole i vizualne kontrole za potrebe službe održavanja.

U 2004. godini smo imali približno sto reklamacija i uskladivanja pri preuzimanju robe. U sklopu primarnog zadatka službe - aktivnosti u okviru radnog naloga - obradili smo preko tisuću radnih naloga i izradili isto toliko izvješća.

U odjelu Kontrole specijalnih procesa pokrivamo područje kontrole zavarivanja, dimenzionalne kontrole i kontrole materijala ne-destruktivnim metodama. Obradili smo približno sto radnih naloga te izdali preko petsto izvješća.

Djelokrug službe kontrole kvalitete uključuje i inspekciju sekundarnih sustava, u što spada Program erozije/korozije, Program inspekcije posuda pod tlakom, izvođenje i razvoj Programa inspekcije protupožarnog sustava QD5, revidiranje i pisanje novih programa i postupaka, serije QCP, kontrola radnog procesa pri proizvođaču u skladu s planom kontrole (inspekcija goriva, dijagma za CY rezervoar,



U 2004. godini Nabava je na domaćem tržištu uspješno realizirala nabave usluga i roba u ukupnoj vrijednosti iznad 6 milijardi SIT i u inozemstvu 7,7 milijardi SIT. Sukladno Medudržavnom ugovoru Nabava je dobavljače i izvođače iz država potpisnica ugovora tretirala jedнако.

Nabava je uspjela svoj dio posla obaviti pravovremeno, korektno i u skladu s zahtjevima internih naručitelja i važećim zakonodavstvom.

Na uvoznom tržištu pojavile su se poteškoće u poslovanju s američkim dobavljačima koji napuštaju potporu nuklearnoj industriji budući da su angažirani na većim državnim projektima i nemaju interesa za često zahtjevne specifične narudžbe pri inozemnim partnerima. Teškoće ćemo pokušati riješiti obnovom posjeta važnijih strateških dobavljača, što se pokazalo uspješnim u proteklim godinama. Tamo gdje će to biti moguće pokušati ćemo se preusmjeriti na europsko i domaće tržište. Osim nabave roba i usluga, Nabava je za potrebe remonta administrirala zahteve za dobivanje radnih i boravišnih viza za strane izvođače, angažirane na remontu NEK te brojne privremene uvoze i izvoze opreme, interne transporte i nadzor carinskog skladišta. Dosada nije bilo evidentiranih problema u poslovanju zbog nabavnog procesa. Napisano je nekoliko CAP-ova koji se većinom odnose na tehničke i kvalitativne reklamacije te na neadekvatnu potporu (rokove isporuka, duge pripreme ponuda, nekompletnost ponuda,) prije svega inozemnih dobavljača.

Zbog prijelaza na 18-mjesečni gorivni ciklus dobava nuklearnog goriva se pomiče. Budući da smo u

2004. godini izdali narudžbu samo za uranov heksafluorid, automatski se je opseg narudžbi smanjio u odnosu na 2003. godinu. Uspješna realizacija nabave uranovega heksafluorida od dobavljača GNSS (koji ima ozbiljne poteškoće s realizacijom ugovora zbog otkazivanja isporuka sa strane svojega dobavljača ruskog Tenexa) je omogućila uštedu zbog promjena cijena na tržištu. Za 2004. godinu to znači više od 11 milijuna USD uštede. Prijevremena isporuka goriva regije 23, prije ulaska Slovenije u EU, omogućila je uštedu za iznos carine više od 1,2 milijuna USD.

Pristup Slovenije EU Nabavi je nametnuo nove zadatke vezane za traženja potvrda, provjeravanja, evidentiranja i izvještavanja o isporukama iz europske zajednice po Intrastat sustavu te izvještavanje Euratom Supply Agency o isporukama vezanim za nuklearno gorivo.



Cilj zaštite na radu je osiguranje života, zdravlja i radnih sposobnosti svih zaposlenih u NEK-u (djelatnika NEK-a i svih vanjskih izvođača). Osim toga osigurava poštivanje zakonskih zahtjeva i propisa s područja sigurnosti i zdravlja pri radu.

**Uspješno smo izveli slijedeće važne aktivnosti:**

- provodili oblikovanu filozofiju sigurnosti NEK, razvijali osjećaj odgovornosti za sigurnost i zdravlje pri radu te pridonijeli poboljšanju razine sigurnosne kulture za sve djelatnike u elektrani,
- na temelju dokumenta MD-1 (Unutrašnja politika i ciljevi NEK) izradili smo program za poboljšanje stanja na području sigurnosti i zdravlja te ga počeli provoditi
- pratili novosti i promjene zakonodavstva na području zaštite i zdravlja na radu te ih

- uveli u sam proces rada,
- osigurali smo novu zaštitnu opremu za postizanje veće zaštite na mjestima s posebnim uvjetima rada te za siguran rad na visini
- izradili smo program mjera za djelatnike koji većinu radnog vremena provedu pred monitorom
- uspješno smo provodili akcijski plan OSART mjera
- postigli napredak pri praćenju posebno opasnih poslova te djelovali da se sigurnost pri takvim poslovima povećala,
- postavili smo nove sigurnosne znakove i upozorenja,
- uveli novi režim upotrebe temeljne zaštitne opreme u tehnološkom dijelu elektrane,
- pri osposobljavanju smo bili vrlo učinkoviti, i u cijelosti postigli plan, radili smo i na vlastitom stručnom osposobljavanju,
- uveli smo kartone (Sigurnosni zahtjevi na radnom mjestu),
- uspješno smo provodili mjere koje zahtjeva Uredba o osiguranju sigurnosti i zdravlja pri radu na privremenim i pomičnim gradilištima,
- posvetili smo posebnu pažnju radu pod naponom i radu na visini i dubini,
- uspješno smo održavali sastanke s pojedinim službama te zajedno



zaštita na radu 13.1\*

- otakljali pogreške,
- pripremali smo reviziju Ocjene rizika radnih mesta.

U 2004. godini je službi zaštite na radu prijavljeno 15 povreda od toga su se 2 dogodile neposredno kod obavljanja poslova. Zbog povreda je izgubljeno 888 sati. Sve povrede smo redovito prijavljivali odgovarajućim institucijama. Isto tako smo obavili nekoliko akcija u cilju smanjivanja povreda na radu.



### Iskustva drugih, smjernice za naše djelovanje

U elektrani smo svjesni značaja naše aktivne uključenosti u međunarodne organizacije i međunarodni nadzor našeg djelovanja. Samo na taj način možemo postići međunarodno usporedive pogonske i sigurnosne rezultate.

#### WANO

Naša elektrana je od 1989. godine član Svjetske organizacije operatera nuklearnih elektrana (World Association of Nuclear Operators - WANO). Njena namjena je u promociji najviših standarda sigurnosti i raspoloživosti te odličan pogon nuklearnih elektrana. Zbog osjetljivosti odnosa prema nuklearnoj energiji na svjetskom nivou, greška jednoga je greška svih što se i potvrdilo 1986. godine u Černobilu.

WANO održava pet programa za izmjenu informacija, jačanje međusobnih komunikacija, međusobnih usporedbi i prihvaćanja dobrih rješenja:

- međusobne provjere na ravnopravnoj stručnoj razini (WANO misije),
- izmjena pogonskih iskustava,

- pogonski pokazatelji - broj standardiziranih parametara temeljem kojih je moguće usporediti elektrane,
- međusobno sudjelovanje i posjete
- priprema i promocija dobrih operativnih rješenja.

#### INPO

Naša elektrana je već od 1988. godine član Instituta za praćenje pogona nuklearnih elektrana (Institute for Nuclear Power Operations - INPO) u SAD. Taj institut je bio utemeljen 1979. godine nakon događaja na američkoj elektrani Three Mile Island. Njegov cilj je povećati razinu sigurnosti i pouzdanosti nuklearnih elektrana. Sve američke nuklearne elektrane odnosno njihovi upravljači su učlanjeni u tu organizaciju. Članstvo je prošireno kako na pojedinačne upravljače nuklearnih elektrana iz drugih država tako i na proizvođače i projektante nuklearnih objekata.

Temeljna aktivnost instituta su ocjene rada elektrana na temelju rezultata. U tim ocjenama osoblje instituta i drugih elektrana uspoređuje kvalitetu pogona s standardima koji se temelje na dobroj praksi i iskustvima iz cijele nuklearne industrije.

### međunarodna prisutnost

Institut također podupire svoje članove u organizaciji kvalitetnih programa obrazovanja za osoblje elektrana. Program analiziranja događaja identificira uzroke i omogućava operaterima nuklearnih elektrana da spriječe njihovo ponavljanje ili ponavljanje sličnih događaja. Četvrta aktivnost instituta je potpora svim članovima pri ispunjavanju zahtjeva u nuklearnoj industriji. To se provodi uz pomoć posjeta, radnim susretima, seminarima, tehničkom dokumentacijom i razmjenom osoblja.

#### IAEA

Međunarodna agencija za atomsku energiju je neovisna organizacija koja djeluje unutar organizacije Ujedinjenih naroda. Njen temeljni cilj je da pomaže članicama u planiranju i upotrebi nuklearne tehnologije za razne miroljubive namjene. To uključuje i proizvodnju električne energije odnosno prijenos tehnologije i znanja na tom području. IAEA razvija sigurnosne standarde na tom području, koji podupiru postizanje visoke razine sigurnosti pri upotrebi nuklearne energije i zaštiti stanovništva od ionizirajućeg zračenja.

Organizacija djeluje na temelju nekoliko programa, kao što su nadzor nad nuklearnim materijalima, upotreba nuklearne tehnologije, nuklearna energija, nuklearna sigurnost i tehničko sudjelovanje.

Naša elektrana već godinama aktivno sudjeluje s IAEA. U okviru tog sudjelovanja redovno nas posjećuju inspektorji IAEA, koji nadziru nuklearno gorivo.

#### NUMEX

Naša elektrana je već više od deset godina učlanjena u organizaciju NUMEX (Nuclear Maintenance Experience Exchange), koja se bavi izmjenom iskustava na području održavanja nuklearnih elektrana. Organizacija ima svoje sjedište u Francuskoj i ima računalnu bazu pitanja i odgovora na području nuklearnih elektrana te udružuje većinu evropskih nuklearnih elektrana. Organizacija omogućava članovima međusobno pravovremeno izmjerenjivanje različitih informacija o problemima odnosno rješenjima, uspostavljanje osobnih kontakata te upoznavanje s novim postignućima i riješenim problemima.

#### EPRI

EPRI - Electrical Power Research Institute je neprofitna i neovisna organizacija za istraživanja na području proizvodnje električne energije i zaštite okoliša. Osnovana je 1973. godine kao potpora razvoju elektroindustrije. Raspon djelovanja instituta pokriva sve aspekte proizvodnje, prijenosa i uporabe električne energije. Danas je 90 % proizvodač električne energije u SAD učlanjeno u institut.

Međunarodno članstvo pokriva 10 % finansijskih ulaganja u djelatnosti instituta. EPRI nudi članovima odgovore na kritična

pitanja povezana sa sigurnim, pouzdanim i ekonomsko učinkovitim radom objekata.

NEK je djelomično učlanjena u EPRI odnosno aktivno sudjeluje na nekim područjima. Važnija područja sudjelovanja su:

- NMAC - Nuclear Maintenance Applications Center, sekcija EPRI-ja, koja se isključivo bavi problematikom održavanja opreme u nuklearnim elektranama s naglaskom na konkretnoj opremi. U velikoj mjeri se radi o opremi kakva je ugradena u našoj elektrani
- NDE - Non Destructive Examinations, sekcija za istraživanja, razvoj i implementaciju NDE metoda za nuklearna i fosilna postrojenja, kvalifikacije NDE osoblja i ultrazvučnih (UT) sustava (postupaka, opreme, osoblja).

#### NRC

NRC (Nuclear Regulatory Commission) je neovisna agencija SAD zadužena za sigurnost i zaštitu stanovništva pred zračenjem nuklearnog materijala, reaktora i postrojenja za preradu nuklearnih materijala. Zajedno s URSJV (Uprava Republike Slovenije za nuklearnu sigurnost) i IJS (Institut Jožef Stefan) NEK je učlanjena u programe COOPRA (International Cooperative PRA Research), CSARP (Cooperative Severe Accident Research Program) i CAMP (Code Applications and Maintenance Program). Kroz te programe ima NEK omogućen pristup do izvora informacija i literature na različitim područjima.

#### WOG

WOG (Westinghouse Owners Group) je udruženje svih Westinghouseovih korisnika i društva Westinghouse.

Ta organizacija nudi različite programe povezane s poboljšanjem opreme, optimizacijom tehničkih specifikacija, smanjivanjem broja neplaniranih zaustava, podizanjem snage elektrana, pojednostavljenjem sustava na elektranama, izradom i uporabom nuklearnog goriva, izvođenjem analiza uz uporabu modernih programa i analitičkih metoda itd.

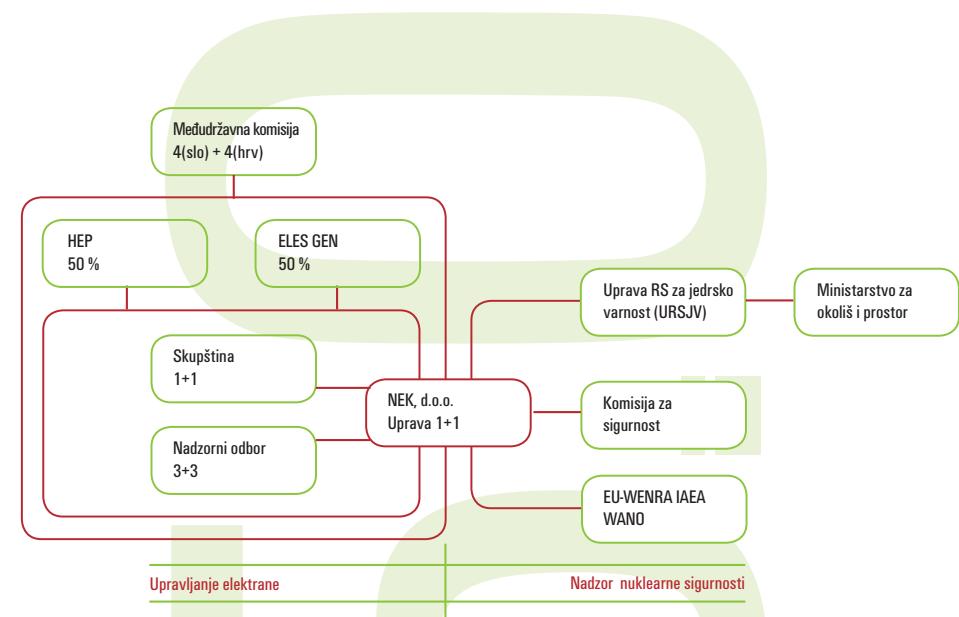
#### Naše sudjelovanje u 2004. godini

U okviru sudjelovanja s međunarodnim organizacijama u 2004. godini prihvatali smo tehničku misiju u sklopu organizacije WANO sa tematikom Ljudski faktor i Analiza dogadaja (Human performance & Root Cause Analysis).

Sudjelovali smo u međunarodnim pregledima, u okviru organizacije WANO, na području proizvodnje u elektrani Beznau u Švicarskoj i na području održavanja u elektrani Dungeness u Velikoj Britaniji.

Naši predstavnici su sudjelovali u zaključnim međunarodnim pregledima u okviru organizacije WANO na elektranama Torness i Sellafield u Velikoj Britaniji. U okviru redovnog dodatnog obrazovanja stručnog osoblja NEK su pojedinci pohađali seminar za vodeće osoblje u organizaciji WANO Paris centra. Od lani imamo i predstavnika, koji aktivno sudjeluje u radu WANO Paris centra kao njegov član.

Ugostili smo i tehničku misiju u sklopu organizacije INPO s tematikom nadzora konfiguracije procesnih računala "Process Computer Configuration Control". Naši predstavnici su pohađali "Professional Development" seminar u organizaciji INPO-a na područjima osposobljavanja, inženjeringu i proizvodnje.



upravljanje i nadzor elektrane 15.1\*

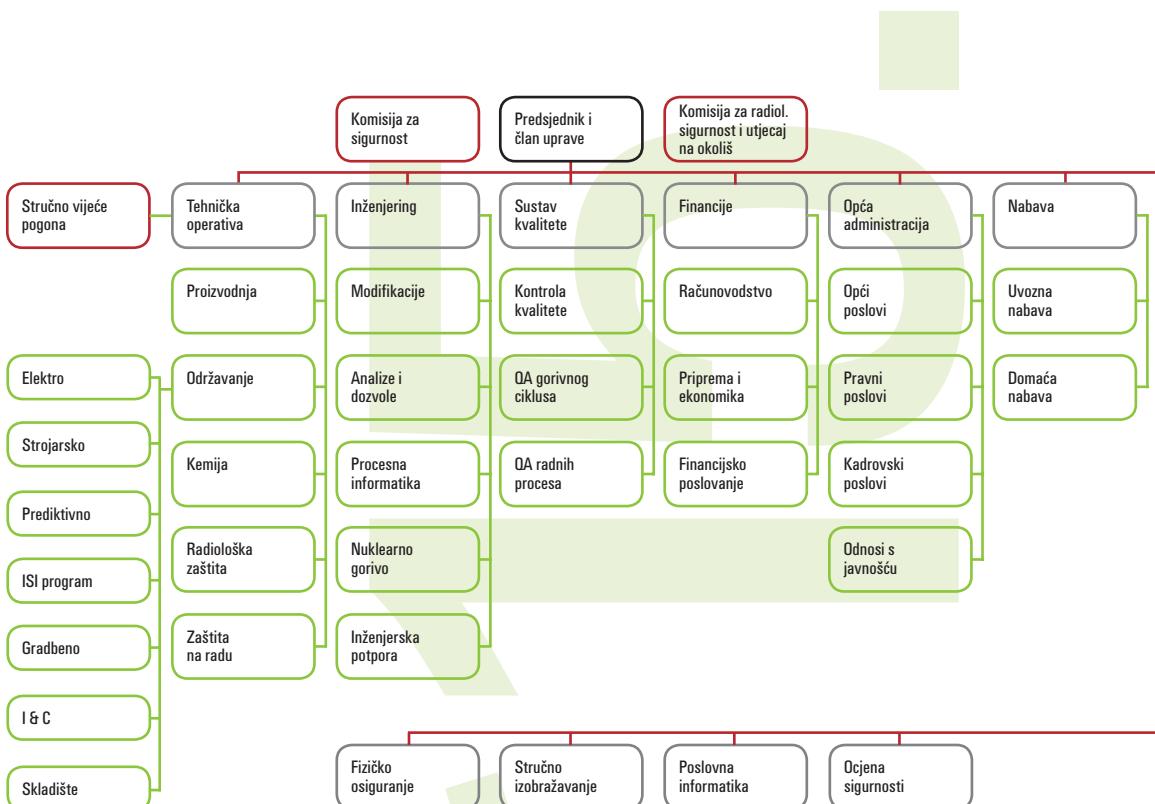
NEK je u skladu s Ugovorom između Vlade Republike Slovenije i Vlade Republike Hrvatske o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa, povezanih s ulaganjem u Nuklearnu elektranu Krško, njenim iskorištavanjem i razgradnjom (u dalnjem tekstu Međudržavni ugovor) te Društvenim ugovor NEK, d.o.o organizirana kao Društvo s ograničenom odgovornošću.

Osnovni kapital NEK, d.o.o. je podijeljen na dva jednakata vlasnička djela članova društva ELES GEN, d.o.o., Ljubljana i Hrvatska elektroprivreda, d.d., Zagreb. Organi Društva koji se sastavljaju paritetno su skupština, nadzorni odbor i uprava.

Organizacijska struktura NEK slijedi moderne standarde organiziranosti društava koji upravljaju nuklearnim objektima. Posebno su istaknute funkcije koje su važne za nuklearnu sigurnost i za neovisnu ocjenu ključnih vidika sigurnoga rada.

NEK odlikuje visoka organizacijska i kadrovска stabilnost te izobrazba,

trećina zaposlenih ima višu, visoku ili univerzitetsku izobrazbu.



u miljunima tolara		
Bilanca stanja	31.12.2004	31.12.2003
<b>Aktiva</b>		
A. Dugotrajana imovina	108.654	110.939
Nematerijalna dugotrajna imovina	—	—
Materijalna imovina	108.338	110.577
Dugotrajna financijska ulaganja	316	362
B. Kratkotrajna imovina	19.738	19.434
Zalihe	12.992	14.094
Poslovna potraživanja	1.460	2.021
Kratkotrajna financijska ulaganja	5.270	3.308
Dobropis kod banaka, čekovi i gotovina	16	11
C. Plaćeni troškovi budućeg razdoblja	96	74
<b>Ukupno aktiva</b>	<b>128.488</b>	<b>130.447</b>
Izvanbilančni zapisi	841	424
u miljunima tolara		
Bilanca stanja	31.12.2004	31.12.2003
<b>Kapital i rezerve</b>		
A. Kapital	105.974	105.974
Kapital i rezerve	105.974	105.974
B. Rezerviranja	255	264
Financijske i poslovne obveze	22.228	24.134
I. Financijske obveze	18.195	19.995
II. Poslovne obveze	4.033	4.139
Odgođeno plaćanje troškova i prihod budućeg razdoblja	31	76
<b>Ukupna pasiva</b>	<b>128.488</b>	<b>130.447</b>
Izvanbilančni zapisi	841	424

bilanca stanja na dan 31. prosinca 2004. 16.1\*

Investicijska ulaganja provodili smo sukladno planiranim kako na području ulaganja u modifikacije

u tehnološkim sustavima tako i na zamjeni niskotlačnih rotora glavne turbine.

a varijanta I	u miljunima tolara	
Racun dobiti i gubitaka	2004	2003
1. Poslovni prihodi	26.116	29.552
2. Poslovni rashodi	25.015	26.913
3. Financijski prihodi	222	390
4. Financijski rashodi	1.310	3.316
5. Neto (gubitak)/ dobit iz redovnog poslovanja	13	(287)
6. Izvanredni prihodi	6	8.738
7. Izvanredni rashodi	19	14
8. Poslovni rezultat izvan redovnog poslovanja	(13)	8.724
9. Porez na dobit	—	—
10. Neto (gubitak)/ dobit tekuće godine	0	8.437
b neposredna metoda	u miljunima tolara	
Izkaz finančnega izida	2004	2003
Novčani tijek poslovnih aktivnosti		
1. Primici od poslovne aktivnosti	30.912	36.875
2. Izdaci od poslovne aktivnosti	22.003	25.917
3. Prebijanje (višak) primitaka (izdataka) u poslovanju	8.909	10.958
Novčani tijek investicijskih aktivnosti		
4. Primici pri ulaganju	30.397	26.695
5. Izdaci pri ulaganju	36.434	31.738
6. Prebijanje primitaka (izdataka) kod ulaganja	(6.037)	(5.043)
Novčani tijekovi iz aktivnosti financiranja		
7. Primici iz aktivnosti financiranja	0	8.830
8. Izdaci od financiranja	2.867	14.774
9. Prebijanje primitaka (izdataka) pri financiranju	(2.867)	(5.944)
Novac i novčani ekvivalenti na kraju razdoblja	16	11
10. Čisti novčani tijek razdoblja	5	(29)
+ 11. Novac i novčani ekvivalenti na početku razdoblja	11	40

izvješće o novčanom tijeku za godinu koja je završila 31. prosinca 2004 16.2\*

Osim toga sukladno amortizacijskom planu otplatili smo

dio glavnice kredita odobrenog za provedbu modernizacije NEK i time smanjili zaduženost. Financijski položaj NEK u 2004 godini je primjeren. Dugoročnim izvorima pokrivena su sva dugoročna sredstva a također i sve zalihe.

Rezultati poslovanja za 2004 godinu vidljivi su i iz skraćenih oblika temeljnih financijskih izvještaja za 2004 godinu.

Sastav kapitala	Upisani kapital	Rezerve iz dobiti	Prenesena čista poslovne dobit	Čista neto dobit poslovne godine	Revalorizirani ispravci kapitala	Ukupno kapital
	Upisani kapital	Zakonske rezerve	Statutarne rezerve	Prenesena čista dobit	Preneseni čisti gubitak	
Početno stanje 1.1.2004.	84.723	8.472	4.249	93	–	8.437
Ponaci u kapital	–	–	–	–	–	–
Ponaci u kapitalu	–	–	–	–	–	–
Raspored čiste dobiti za oblikovanje dobitnih rezervi po zaključku skupštine	–	–	8.530	(93)	(8.437)	–
Konačno stanje 31.12.2004.	84.723	8.472	12.779	–	–	105.974
<b>Početno stanje 1.1.2003</b>						
Ponaci u kapital	30.630	258	–	4.903	–	44.492
Unos čiste neto dobiti poslovne godine	17.253	–	–	–	8.437	–
Ostala povraćanja sastava kapitala	–	–	–	–	8.437	8.437
Ponaci u kapital	17.253	–	–	–	–	17.253
Raspored čiste dobiti po zaključku Uprave i nadzornog odbora	36.840	8.214	4.249	(4.810)	–	(44.492)
Ostale preraspodjelu sastava kapitala	–	8.214	4.249	(4.810)	–	(7.652)
Konačno stanje 31.12.2003	84.723	8.472	4.249	93	–	8.437
					–	105.974

priček kretanja kapitala u 2004. i 2003. godini 16.3\*



Izvješće revizora namijenjeno za javnost

Sukladno međunarodnim revizijskim standardima i međunarodnim stajalištima o reviziji koje je izdala Međunarodna udruga finansijskih stručnjaka, izvršili smo reviziju finansijskih izvještaja društva Nuklearna elektrana Krško d.o.o., Krško, za godinu koja je završila 31.12.2004. Iz revidiranih finansijskih izvještaja društva proizlaze sažeci finansijskih izvještaja koji sadrže sažetak bilance stanja na dan 31.12.2004., sažetak računa dobiti i gubitka, sažetak izvješća o tijeku novca te izvješća o promjenama u kretanju kapitala za 2004. godinu. U svojem izvješću dne 31. ožujka 2005. izrazili smo potvrđeno mišljenje o finansijskim izvještajima, i u kojih proizlaze sažeci finansijskih izvještaja.

Prema našem mišljenju priloženi sažeci finansijskih izvještaja u svim značajnim pogledima u skladu su s finansijskim izvješćem iz kojeg su i proizašli.

Zbog lakšeg razumijevanja finansijskog stanja društva na dan 31. 12. 2004. godine, njegovog poslovnog i finansijskog rezultata poslovanja u 2004. godini te područja naše revizije potrebno je sažetke čitati zajedno s finansijskim izvještajima iz kojih su proizašli i našim revizijskim izvješćem.

KPMG SLOVENIJA,  
Poduzeće za reviziju, d.o.o.

Vera Menard  
Vera Menard, univ. dipl. ekon.  
ovlašteni revizor

Marjan Mahnič  
Marjan Mahnič, dipl. univ. ekon.  
ovlašteni revizor  
direktor

KPMG Slovenija, d.o.o.

Ljubljana, 20. svibanj 2005.

izvješće revizora 16.4\*

ANS	American Nuclear Society
ANSI	American National Standards Institute
AOP	Abnormal Operating Procedures
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
CAMP	Code Applications and Maintenance Program
CAP	Corrective Action Program
COOPRA	International Cooperative PRA Research
CSARP	Cooperative Severe Accident Research Program
CY	Condensate System
DEH	Digital Electro-Hydraulic
DMP	Design Modification Package
DRPI	Digital Rod Position Indication
ECB	Electrical Control Board
EOF	End-of-Life
EPRI	Electrical Power Research Institute
EX	Extraction Steam
FRI	Fuel Reliability Indicator
GLP	Good Laboratory Practice
HD	Heater Drain
HOP	Hand Over Package
IAEA	International Atomic Energy Agency
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INPO	Institute for Nuclear Power Operations
IPE	Individual Plant Examination
IPEEE	Individual Plant Examination for External Events
ISI	In-Service Inspection
NMAC	Nuclear Maintenance Applications Center
NUMEX	Nuclear Maintenance Experience Exchange
NUREG	Nuclear Regulatory Guidance
MS	Main Steam
MSR	Moisture Separator Reheaters
OLM	On-line Maintenance
OMEG	Operations and Maintenance Expert Group
PCN	Process Computer Network
PLC	Programmable Logic Controller
PW	Pre-water Treatment
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
RB	Reactor Building
RCP	Reactor Coolant Pump
RCS	Reactor Coolant System
SX	Local Sampling
TC	Turbine Building Closed Cycle Cooling
TB	Turbine Building
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western Europe Nuclear Regulators Association
WOG	Westinghouse Owners Group
WT	Water Treatment
GT	Glavni Transformator
HEP	Hrvatska Elektroprivreda
IJS	Institut Josip Stefan
NEK	Nuklearna elektrarna Krško
NSRAO	Nizko in srednje radioaktivni odpad
NUID	Načrt ukrepa u primeru izrednega dogodka
NUV	Nadzor učinkovitosti vzdrževanja
NT	Nizkotlačna turbina
RP	Rasklopno postrojenje
RZ	Radiloška Zaštita
SAD	Sjedinjene Američke Države
TRM (PCN)	Tehnična Računalniška Mreža
URSJV	Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost
VAS	Vjerojetnosne Analize Sigurnosti
ZVISJV	Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti





[www.nek.si](http://www.nek.si)